

***SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING,  
ART AND MATHEMATICS (STEAM)  
DI PENDIDIKAN SAINS: ANALISIS  
BIBLIOMETRIK DAN PEMETAAN  
LITERATUR PENELITIAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT  
LUNAK VOSVIEWER***

**Skripsi**

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Oleh

**Kurnia Santi**

**NPM : 1711090053**

**Program Studi : Pendidikan Fisika**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
RADEN INTAN LAMPUNG  
2021 M / 1442 H**

***SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING,  
ART AND MATHEMATICS (STEAM)  
DI PENDIDIKAN SAINS: ANALISIS  
BIBLIOMETRIK DAN PEMETAAN  
LITERATUR PENELITIAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT  
LUNAK VOSVIEWER***

**Skripsi**

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan



**Program Studi : Pendidikan Fisika**

**Pembimbing I : Dr. H. Sofyan M Soleh, S.H., M.Ag**

**Pembimbing II : Irwandani, M.Pd**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
RADEN INTAN LAMPUNG  
2021 M / 1442 H**

## ABSTRAK

Ilmu pengetahuan berasal dari cara, gaya, dan teknik yang dikembangkan oleh manusia untuk merespon lingkungan seperti mencari penjelasan, pemahaman, pengalaman, dan solusi terhadap fenomena sekitarnya. Dunia bergerak, waktu bergerak begitupun dengan manusia.. Berbagai aspek kehidupan berubah seiring perkembangan zaman, perkembangan yang bergerak cepat kerap kali menuntut bidang pendidikan untuk menyesuaikan kegiatan pembelajaran di sekolah dengan apa yang akan siswa hadapi di dunia nyata pascasekolah. Maka lahirlah berbagai model dan pendekatan pembelajaran untuk melatih skill agar mereka mampu menjawab tantangan masa depan.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan bibliometrik. Objek penelitian yaitu data bibliografi manuskrip yang diperoleh dari web scopus dipetakan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dokumentasi dan catatan lapangan.

Penulis menganalisis 30 artikel dari 25 jurnal terkemuka dari 1 januari 2013 hingga 31 agustus 2020 (periode 8 tahun) artikel tersebut di tulis oleh 91 penulis yang terkait dengan 64 institusi di 13 negara. Korea Selatan muncul sebagai negara paling produktif, Jeonju University dan Universitas Muhammadiyah Surakarta merupakan institusi paling produktif. 91% penulis dalam publikasi ini hanya memiliki 1 publikasi 8% memiliki 2 publikasi dan 1% lain nya memiliki 3 publikasi. Pengklasifikasian diklasifikasikan berdasarkan pada kedekatan bahasan kata kunci yang mewakili fokus utama studi. Sebaran kata kunci tersebar di 5 kelompok (*cluster*) dengan kata kunci paling sering muncul STEAM, *STEAM education*, *students*, *engineering education*, *computer aided instruction*, *education computing*, *e-learning*, *learning environments*, *virtual reality*, *curricula*, dan *education*. Penelitian pengembangan masih relatif sedikit baik pengembangan platform atau asesmen, pengembangan dan penggunaan beragam teknologi, pengembangan skenario pembelajaran, dan kemampuan guru sebagai fokus penelitian juga adalah hal yang penting karena guru instruktur kegiatan pembelajaran di kelas. Pertumbuhan penelitian di berbagai subject area relatif masih sedikit pengujian dan komparasi efektivitas juga pengintegrasian STEAM di berbagai bidang atau topik materi perlu diteliti lebih lanjut.

## **PERSETUJUAN**

## **PENGESAHAN**

## **SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kurnia Santi

NIM : 1711090053

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) di Pendidikan Sains: Analisis Bibliometrik dan Pemetaan Literatur Penelitian Menggunakan Perangkat Lunak VOSviewer*” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam footnote atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 2 Desember 2020

Penulis,



Kurnia Santi

NPM. 1711090053

**MOTTO**

“ HIDUP JAYA MATI SEMPURNA”

## **PERSEMBAHAN**

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi penyayang dan rasa syukur yang tidak terkira. sebagai ungkapan terima kasih, ku persembahkan skripsi ini kepada :

1. Kedua orang tua ku, ibu yang telah melahirkan ku membesarkan ku dengan penuh kasih sayang
2. Kakak-kakak ku Nurdiansyah, Ratini, Purna Jaya dan Della Febriyanti serta ketiga keponakan ku Beta Riana, Priska Yani dan Wilda Yani
3. Roomate Fiki Vianti dan Fatmawati
4. Sahabatku sang penakluk kehidupan Sigit, Doel, Ilham, Nagres, ida, Novemby
5. ABI 2017
6. Kawan-kawan Pendidikan Fisika Kelas A angkatan 2017
7. Kawan-kawan Pendidikan Fisika Angkatan 2017



## **RIWAYAT HIDUP**

Kurnia Santi lahir di lombok, 02 Nopember 21 tahun silam dari orang tua bernama bapak katijan dan ibu armi. Hidup di desa dengan keindahan alam yang mempesona danau ranau dengan air begitu jernih, sawah terhampar dikelilingi bukit barisan dan gunung seminung yang menjulang tinggi setinggi impian nya.

Pertama kali masuk sekolah pada tahun 2005 dan selesai pada tahun 2011 di SDN 1 Lombok Timur, selain kegiatan akademik kegiatan seni terutama tari aktif di ikuti dan pernah mengikuti olimpiade matematika tingkat SD se-kecamatan Sukau. kemudian setelah lulus melanjutkan di SMPN 1 Lumbok Seminung dari tahun 2012-2014, ketika SMP ia aktif di kegiatan seni seperti tari dan paduan suara. Mendapat juara 3 pada perlombaan tari FLS2N tingkat kabupaten dan juga pernah 2 kali mengikuti OSN bidang matematika tingkat SMP sekabupaten Lampung Barat. Kemudian melanjutkan sekolah lagi di SMAN 2 Liwa dari tahun 2015-2017, selain kegiatan akademik ia aktif mengikuti kegiatan paskibra beberapa kali mengikuti lomba PBB dan gerak jalan tingkat kabupaten pernah menjabat sebagai sekretaris periode 2015/2016, di PIK-R sebagai ketua periode 2016/2017. Selain itu pernah mengikuti OSN bidang Kimia dan memperoleh medali perunggu lalu melaju ke tingkat provinsi.

Sejak agustus 2017 ia resmi menyandang statusnya sebagai mahasiswa program studi pendidikan fisika fakultas tarbiyah dan keguruan UIN Raden Intan Lampung selama menjadi mahasiswa, aktif di HMJ Pendidikan Fisika kepala departemen pendidikan dan penelitian pernah aktif di Bapinda dan saat ini aktif di Toriqoh Naqsyabandiyah. Akibat pandemi KKN dilakukan di desa masing-masing pada saat PPL penulis ditempatkan di SMP Negeri 1 Bandar Lampung.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Tuhan zat yang maha suci atas rahman dan rahim nya lah penulis mampu menyelesaikan skripsi berjudul ***“Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) di Pendidikan Sains: Analisis Bibliometrik dan Pemetaan Literatur Penelitian Menggunakan Perangkat Lunak VOSviewer”*** ini dengan baik. Shalawat teriring salam untuk kekasih Allah Rasulullah Muhammad SAW. Yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang yaitu islam rahmatan lil alamin. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Nirva Diana, M.Pd selaku dekan fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Dr. Yuberti, M.Pd. Selaku ketua jurusan Pendidikan Fisika, dan ibu Sri Latifah, M.Sc. Selaku sekretaris jurusan Pendidikan Fisika
3. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan dikampus ini
4. Bapak Irwandani, M.Pd. yang telah memberi ruang sehingga penulis bisa belajar dan mengeksplor lebih jauh terkait dunia penelitian dan Dr. H. Sofyan M Soleh, S.H., M.Ag selaku pembimbing selama penulis berstatus mahasiswa. kedua pembimbing yang bersedia meluangkan waktu, mentransfer ilmunya dan memberi arahan sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi penelitian ini.

## DAFTAR ISI

| Isi  | Halaman |
|--|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                 | i       |
| <b>ABSTRAK</b> .....                       | iii     |
| <b>PERSETUJUAN</b> .....                   | iv      |
| <b>PENGESAHAN</b> .....                    | v       |
| <b>SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS</b> ..... | iv      |
| <b>MOTTO</b> .....                         | vii     |
| <b>PERSEMBAHAN</b> .....                   | viii    |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b> .....                 | ix      |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                | x       |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                    | xi      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                  | xiv     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                 | xv      |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....               | xvii    |

## BAB I PENDAHULUAN

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| A. Penegasan Judul .....       | 1 |
| B. Latar Belakang Masalah..... | 3 |
| C. Fokus Penelitian .....      | 6 |
| D. Rumusan Masalah .....       | 7 |
| E. Tujuan Penelitian .....     | 7 |
| F. Manfaat Penelitian .....    | 8 |
| 1. Manfaat Teoritis .....      | 8 |
| 2. Manfaat Praktis.....        | 8 |
| G. Tinjauan Pustaka .....      | 8 |

|  |    |
|--|----|
| H. Metode Penelitian.....                  | 14 |
| 1. Pendekatan dan Prosedur Penelitian..... | 14 |
| 2. Objek Penelitian .....                  | 16 |
| 3. Prosedur Pengumpulan Data .....         | 16 |
| 4. Prosedur Analisis Data .....            | 18 |

## **BAB II LANDASAN TEORI**

|   |    |
|---|----|
| A. Kreativitas Saintis .....  | 24 |
| B. Transisi STEM ke STEAM .....   | 28 |
| C. Tahapan Penerapan Pembelajaran STEAM .....   | 35 |
| D. Skenario Pembelajaran Pengembangan Pedagogi STEAM .....  | 41 |
| 1. Menanam kangkung .....   | 41 |
| 2. Membuat Kapal uap .....  | 41 |
| 3. Penerapan STEAM pada Proyek Aquarium Ikan Mas.....   | 43 |
| 4. Kerangka Teoritis untuk Mengembangkan Program STEAM<br>Antarbudaya untuk Siswa Australia dan Korea ..... | 46 |
| 5. Pertunjukan Seni Bela diri Aikido untuk Pemahaman Konsep   | 48 |
| F. VOSviewer .....  | 51 |

## **BAB III DESKRIPSI OBJEK PENELITIAN**

|                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| A. Gambaran Umum Objek .....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| B. Deskripsi Data Penelitian ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## **BAB IV ANALISIS PENELITIAN**

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| A. Analisis Data Penelitian ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------------|

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. Pengklasifikasian Penelitian STEAM di Pendidikan Sains .....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2. Topik Populer Artikel STEAM di Pendidikan Sains .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3. Evolusi Tren penelitian STEAM di Pendidikan Sains .....            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4. Topik STEAM di Pendidikan Sains untuk penelitian lebih lanjut..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| B. Temuan Penelitian.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| A. Kesimpulan ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| B. Saran.....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>65</b> |
|-----------------------------|-----------|

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| <b>LAMPIRAN .....</b> | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|-----------------------|-------------------------------------|

## DAFTAR TABEL

| Tabel   | Halaman                              |
|---|--------------------------------------|
| Tabel 1. Kegiatan dalam Program STEAM Antarbudaya untuk Siswa Australia dan Korea ..... | 47                                   |
| Tabel 2. Daftar bibliografi artikel.....  | 66                                   |
| Tabel 3. Elemen per Cluster .....   | 75                                   |
| Table 4. Jurnal inti dalam publikasi penelitian STEAM di pendidikan sains .....         | <b>7Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 5. Tema penelitian STEAM di pendidikan sains terbaru .....                        | 81                                   |
| Table 6. Subject area penelitian STEAM di pendidikan sains .....                        | 81                                   |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Langkah-langkah analisis Bibliometrik.....                   | 14      |
| Gambar 2. Tampilan Masukan Kata Kunci.....                             | 16      |
| Gambar 3. Tampilan Menyeleksi Artikel.....                             | 17      |
| Gambar 4. Tampilan Pengaturan Mengekspor Metadata .....                | 17      |
| Gambar 5. Tampilan setelah membuka VOSviewer .....                     | 18      |
| Gambar 6. Tampilan memulai membuat peta .....                          | 18      |
| Gambar 7. Tampilan memilih jenis data .....                            | 19      |
| Gambar 8. Tampilan memilih sumber data .....                           | 20      |
| Gambar 9. Tampilan Pemilihan file .....                                | 20      |
| Gambar 10. Tampilan Pengaturan Tipe analisis.....                      | 21      |
| Gambar 11. Tampilan Pengaturan Jumlah minimum kemunculan ...           | 21      |
| Gambar 12. Tampilan daftar kunci sebelum dipetakan.....                | 22      |
| Gambar 13. Tampilan network visualization .....                        | 22      |
| Gambar 14. Tampilan overlay visualization .....                        | 23      |
| Gambar 15. Tampilan density visualization.....                         | 23      |
| Gambar 16. Langkah-langkah pengajaran dan pembelajaran STEAM.<br>..... | 38      |
| Gambar 17. Proyek STEAM Hidroponik.....                                | 41      |
| Gambar 18. Proyek Steamship. ....                                      | 42      |
| Gambar 19. Proyek Aquarium Ikan Mas .....                              | 46      |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 20. Pertunjukan Seni Bela diri Aikido untuk pemahaman konsep fisika ..... | 49 |
| Gambar 21. Tampilan awal VOSviewer .....   | 52 |
| Gambar 22. Jendela utama VOSviewer.....  | 53 |
| Gambar 23. Pemetaan penelitian STEAM di pendidikan sains.....                    | 72 |
| Gambar 24. Pertumbuhan Publikasi STEAM .....                                     | 73 |
| Gambar 25. Pertumbuhan Publikasi STEAM di Pendidikan Sains....                   | 74 |
| Gambar 26. Peta kolaborasi antar penulis .....                                   | 78 |
| Gambar 27. Peta kolaborasi antar institusi .....                                 | 78 |
| Gambar 28. Peta kolaborasi antar negara.....                                     | 78 |
| Gambar 29. Distribusi Publikasi pada Negara .....                                | 79 |
| Gambar 30. Distribusi Penulis.....   | 79 |
| Gambar 31. Evolusi Tren Penelitian .....   | 80 |



## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                          | Halaman |
|-----------------------------------|---------|
| Rangkuman Bibliografi Naskah..... | 102     |
| Manuscript yang sudah terbit..... | 125     |
| Surat Bebas Plagiat.....          | 135     |
| Hasil Cek <i>Similarity</i> ..... | 136     |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Penegasan Judul

Skripsi ini berjudul “*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) di Pendidikan Sains: Analisis Bibliometrik dan Pemetaan Literatur Penelitian Menggunakan Perangkat Lunak VOSviewer*”. untuk menghindari kesalahpahaman dan memudahkan pembaca dalam memaknai arti, penulis akan menjelaskan secara singkat kata-kata istilah yang terdapat dalam judul skripsi ini, yaitu:

1. **STEAM**, *Science, technology, engineering, art and mathematics* (STEAM) adalah sebuah pendekatan dalam pembelajaran abad 21<sup>1</sup>. Memasukkan seni ke dalam pendidikan teknik diyakini dapat meningkatkan kreativitas dan pemikiran kritis, yang menghasilkan hubungan yang lebih sinergis<sup>2</sup>.
2. **Pendidikan Sains**, sains berupaya untuk membangkitkan minat dan rasa ingin tahu manusia agar kecerdasan dan pemahaman tentang alam seisinya terus berkembang. Tujuan pendidikan sains adalah membina dan membangun masyarakat yang terdidik secara ilmiah yang meliputi kemampuan memecahkan masalah, menilai informasi secara logis, dan menerapkan keputusan berbasis bukti<sup>3</sup>. Pendidikan sains telah menghasilkan teknologi baru dan kemampuan untuk menjelaskan konsep dan

---

<sup>1</sup> K Santi et al., “STEAM in Environment and Science Education: Analysis and Bibliometric Mapping of the Research Literature (2013-2020),” in *Young Scholar Symposium on Science Education and Environment 2020, YSSSEE 2020*, vol. 1796 (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, Indonesia: IOP Publishing Ltd, 2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012097>.

<sup>2</sup> T I Anisimova, F M Sabirova, and O V Shatunova, “Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 15, no. 2 (2020): 204–17, <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>.

<sup>3</sup> Russell Tytler, *Re-Imagining Science Education Australian Education Review Re-Imagining Science Education*, 2007.

proses ilmiah. Hal ini dianggap penting untuk kemajuan teknologi karena dinamis dan progresif<sup>4</sup>.

3. **Analisis Bibliometrik**, Analisis bibliometrik diterapkan untuk mengukur dan menganalisis indikator tertentu dalam literatur yang diterbitkan dalam domain tertentu secara kuantitatif dan untuk menghasilkan peta pengetahuan berdasarkan database yang besar<sup>5</sup>. Hal ini memungkinkan peneliti untuk meringkas informasi publikasi mengenai distribusi makalah menurut tahun, penulis, lembaga, jurnal, dan disiplin ilmu, kolaborasi antara penulis dan lembaga, dan analisis kata bersama<sup>6</sup>.
4. **Pemetaan**, Membuat peta berdasarkan metadata dari database scopus menggunakan perangkat lunak VOSviewer.
5. **Literatur penelitian**, Kumpulan publikasi ilmiah dari hasil penelitian.
6. **VOSviewer**, VOSviewer adalah perangkat lunak untuk membuat peta berdasarkan data jaringan dan untuk memvisualisasikan dan menjelajahi peta ini. VOSviewer dapat digunakan untuk membangun jaringan publikasi ilmiah, jurnal ilmiah, peneliti, organisasi penelitian, negara, kata kunci, atau istilah. Item dalam jaringan ini dapat dihubungkan dengan penulisan bersama, cooccurrence, kutipan, penggabungan bibliografi, atau tautan kutipan bersama. Untuk membangun jaringan, data dari file Web of Science, Scopus, PubMed, RIS, atau Crossref JSON dapat digunakan<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Andoh Michael Afful, Margaret Hamilton, and Alex Kootsookos, "Towards Space Science Education: A Study of Students' Perceptions of the Role and Value of a Space Science Program," *Acta Astronautica* 167, no. August 2019 (2020): 351–59, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.11.025>.

<sup>5</sup> Ruochen Zeng and Abdol Chini, "A Review of Research on Embodied Energy of Buildings Using Bibliometric Analysis," *Energy and Buildings* 155 (2017): 172–84, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.025>.

<sup>6</sup> Ying Ding, Gobinda G Chowdhury, and Schubert Foo, "Bibliometric Cartography of Information Retrieval Research by Using Co-Word Analysis," *Information Processing & Management* 37, no. 6 (2001): 817–42, [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(00\)00051-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4573(00)00051-0).

<sup>7</sup> C Van Den Berg, "21 St Century Learning: Changes to Knowledge Acquisition in a Digital World," in *15th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge*

## B. Latar Belakang Masalah

Transformasi digital masyarakat yang terjadi saat ini membawa perubahan besar tidak hanya di bidang ekonomi tetapi juga di bidang sosial, termasuk pendidikan<sup>8</sup>. Terjadi perubahan besar pada gaya belajar di abad 21 pendidikan tradisional dan pendidikan yang berorientasi pada tenaga kerja produktif tidak dapat lagi memenuhi kebutuhan sosial. Hilangnya sejumlah profesi dan munculnya profesi baru akibat globalisasi dan revolusi industri. Model pendidikan STEAM menjadi isu terbaru, di mana orang-orang menciptakan bidang profesional baru melalui integrasi sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika untuk membuat siswa masa depan mengikuti kemajuan<sup>9</sup>.

Pada tahun 2011, Kementerian Pendidikan, Sains, dan Teknologi (MEST) Korea mengusulkan model STEAM (sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika) dengan menambahkan disiplin kelima (seni), ke STEM. Modifikasi STEM menjadi STEAM ini didasarkan pada temuan bahwa kreativitas dapat meningkatkan kemampuan sains<sup>10</sup>. STEM lebih berfokus pada matematika dan sains mampu mendorong kerja tim lebih dari kolaborasi. STEAM mengambil pandangan yang lebih luas, seni pertunjukan, perencanaan kreatif, dan bahkan pemecahan masalah yang menyenangkan, sambil meneliti dan merancang solusi, memungkinkan perspektif estetika dalam kehidupan sehari-hari<sup>11</sup>. Sedangkan STEM dianggap logis, analitis, dan berguna; seni

---

*Management and Organisational Learning, ICICKM 2018*, ed. Pather S., vol. 2018-Novem (University of the Western Cape, Cape Town, South Africa: Academic Conferences and Publishing International Limited, 2018), 330–38, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85059813214&partnerID=40&md5=c0717bbf7218de2aa39bf25116eadbe9>.

<sup>8</sup> Janet L. Finn, Lynn M. Nybell, and Jeffrey J. Shook, “The Meaning and Making of Childhood in the Era of Globalization: Challenges for Social Work,” *Children and Youth Services Review* 32, no. 2 (2010): 246–54, <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2009.09.003>.

<sup>9</sup> A Jolly, “STEM vs. STEAM: Do the Arts Belong?,” *Education Week Teacher*, 2014.

<sup>10</sup> R V Zande, “Teaching Design Education for Cultural, Pedagogical, and Economic Aims,” *Studies in Art Education* 51, no. 3 (2010): 248–61.

<sup>11</sup> David A Sousa and Tom Pilecki, *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts* (Corwin Press, 2013).

dianggap intuitif dan emosional<sup>12</sup>, dan telah memberikan motivasi baru untuk STEM dengan meningkatkan kreativitas, keterampilan pemecahan masalah, memori, koordinasi motorik, dan keterampilan analitis<sup>13</sup>. Mengintegrasikan seni ke dalam pendidikan sains memungkinkan pembelajaran afektif dan kognitif<sup>14</sup>. Pendidikan STEAM mendorong keterampilan pemecahan masalah dan minat siswa pada sains dan teknologi melalui aplikasi dunia nyata<sup>15</sup>. Stagg dan Verde (2019) mencatat nilai pengintegrasian aktivitas berbasis seni ke dalam pendidikan sains untuk menghasilkan pembelajaran yang efektif, dan penelitian pendidikan STEAM di Korea telah menunjukkan peningkatan dalam pemahaman konten sains dan kemampuan siswa untuk memahami imajinasi dan emosi artistik<sup>16</sup>. Tujuan utama pendidikan tidak hanya untuk mengajarkan pengetahuan dasar, tetapi untuk menggunakan keterampilan berpikir seperti keterampilan berpikir kreatif<sup>17</sup>, keterampilan memecahkan

---

<sup>12</sup> O H Abed, "Drama-Based Science Teaching and Its Effect on Students' Understanding of Scientific Concepts and Their Attitudes towards Science Learning," *International Education Studies* 9, no. 10 (2016): 163–73.

<sup>13</sup> S Jeong and H Kim, "The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 11, no. 6 (2015): 1321–38, <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1390a>.

<sup>14</sup> H Jho, O Hong, and J Song, "An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 12, no. 7 (2016): 1843–62, <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>.

<sup>15</sup> M A Runco, *Creativity: Theories and Themes: Research, Development, and Practice, Creativity: Theories and Themes: Research, Development, and Practice* (La Habra, CA, United States: Elsevier Inc., 2014), <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06920-7>.

<sup>16</sup> B C Stagg and M F Verde, "Story of a Seed: Educational Theatre Improves Students' Comprehension of Plant Reproduction and Attitudes to Plants in Primary Science Education," *Research in Science and Technological Education* 37, no. 1 (2019): 15–35, <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1455655>.

<sup>17</sup> Irwandani et al., "Effectiveness of Physics Learning Media Course Assisted by Instagram on Student's Creative Thinking Skill," *Journal of Physics: Conference Series* 1467, no. 1 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012006>.

masalah<sup>18</sup>, kemampuan ilmiah dan teknologi karena ini adalah keterampilan yang dibutuhkan untuk keberlanjutan dan pendidikan seumur hidup

Kesesuaian konvergensi sains-seni saat ini aktif dibahas karena pentingnya dalam mendidik siswa untuk menjadi orang yang lebih kreatif dan berpengetahuan luas. Penelitian bidang STEAM tumbuh secara eksponensial Choi, Lim, dan Son (2017) memeriksa persepsi dan praktiknya dan menyarankan bahwa Pendidikan STEAM itu perlu dan penting<sup>19</sup>. Beberapa penelitian juga telah dilakukan pada pembelajaran konseptual misalnya, Abed (2016) meneliti pengaruh pengajaran sains berbasis drama pada pemahaman siswa sekolah menengah tentang topik panas dan sikap mereka<sup>20</sup>. Bailey dan Watson (1998) menyelidiki pengaruh strategi berdasarkan drama/role play pada siswa usia 7 sampai 11 tahun dalam mengembangkan pemahaman tentang konsep ekologi dasar<sup>21</sup>. Stagg (2019) mempelajari dampak drama imersif terhadap pengetahuan siswa sekolah menengah tentang klasifikasi biologis dan sikap terhadap tumbuhan<sup>22</sup>. Stagg dan Verde (2019) menyelidiki pengaruh pertunjukan teater interaktif pada pemahaman siswa sekolah menengah tentang reproduksi tumbuhan dan sikap terhadap tumbuhan<sup>23</sup>. Sejauh yang penulis tahu belum

---

<sup>18</sup> Syamsul Huda et al., "The Relationship between Problem-Solving Ability and Students' Characters Based on Islamic Perspectives," *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah* 4, no. 2 (2019): 203–14, <https://doi.org/10.24042/tadris.v4i2.5299>.

<sup>19</sup> Yuhyun Choi, Yunjin Lim, and Dami Son, "A Semantic Network Analysis on the Recognition of STEAM by Middle School Students in South Korea," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 13, no. 10 (2017): 6457–69, <https://doi.org/10.12973/ejmste/77950>.

<sup>20</sup> Abed, "Drama-Based Science Teaching and Its Effect on Students' Understanding of Scientific Concepts and Their Attitudes towards Science Learning."

<sup>21</sup> Simon Bailey and Rebecca Watson, "Establishing Basic Ecological Understanding in Younger Pupils: A Pilot Evaluation of a Strategy Based on Drama/Role Play," *International Journal of Science Education* 20, no. 2 (1998): 139–52, <https://doi.org/10.1080/0950069980200202>.

<sup>22</sup> Bethan C. Stagg, "Meeting Linnaeus: Improving Comprehension of Biological Classification and Attitudes to Plants Using Drama in Primary Science Education," *Research in Science and Technological Education* 38, no. 3 (2019): 253–71, <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1605347>.

<sup>23</sup> Bethan C. Stagg and Michael F. Verde, "Story of a Seed: Educational Theatre Improves Students' Comprehension of Plant Reproduction and Attitudes to Plants in

ada studi yang memetakan penelitian STEAM di pendidikan sains terlebih penelitian STEAM adalah penelitian baru dan masih banyak hal yang perlu diteliti agar bisa segera dirasakan kebermanfaatannya.

Penulis melakukan studi bibliometrik ini untuk memetakan penelitian yang sudah ada dan melihat peluang penelitian di masa depan dengan memanfaatkan perangkat lunak VOSviewer. VOSviewer adalah perangkat lunak untuk membuat peta berdasarkan data jaringan untuk memvisualisasikan dan menjelajahi peta. VOSviewer digunakan karena kemampuannya untuk bekerja secara efisien dengan kumpulan data yang besar dan menyediakan berbagai visual, analisis, dan investigasi yang menarik<sup>24</sup>. Visualisasi ditampilkan berwarna tampilan network berguna untuk menganalisis kelompok kata (*cluster*) dan sebaran kata kunci. Cluster ini mewakili aliran penelitian STEAM di pendidikan sains.

Tampilan overlay membantu peneliti menganalisis evolusi tema penelitian per tahun nya. Visualisasi jaringan bibliometrik VOSviewer dibuat berdasarkan jarak antara dua node, yang menunjukkan keterkaitan kedua node tersebut<sup>25</sup> penggunaannya yang mudah hanya perlu menginstal java untuk pengoperasian VOSviewer ini dan juga VOSviewer bisa digunakan untuk menganalisis berbagai jenis dokumen. Dengan bantuan metode bibliometrik dan perangkat lunak VOSviewer, peneliti dapat mengidentifikasi kelompok kata kunci, tren penelitian, tema penelitian utama, dan arah penelitian masa depan yang menjanjikan dalam bidang penelitian STEAM di pendidikan sains.

### **C. Fokus Penelitian**

Penelitian ini khusus akan memetakan literatur penelitian tentang pendekatan pembelajaran STEAM di pendidikan sains.

---

Primary Science Education,” *Research in Science and Technological Education* 37, no. 1 (2019): 15–35, <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1455655>.

<sup>24</sup> Jeong and Kim, “The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students’ Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea.”

<sup>25</sup> Jho, Hong, and Song, “An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective.”

Pertama penulis akan membahas tentang visualisasi pemetaan bibliometrik jaringan antar kata kunci pada penelitian STEAM di pendidikan sains. Kedua topik yang paling sering di bahas dalam artikel STEAM di pendidikan sains. Ketiga membahas kondisi kolaborasi antar penulis, institusi, dan negara. Keempat membahas evolusi tren penelitian STEAM di pendidikan sains. Kelima membahas topik STEAM di pendidikan sains yang memberikan kesempatan untuk penelitian lebih lanjut.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, peneliti merumuskan masalah untuk penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana visualisasi pemetaan bibliometrik jaringan antar kata kunci pada penelitian STEAM di pendidikan sains?
2. Apa topik yang paling sering di bahas dalam artikel STEAM di pendidikan sains?
3. Bagaimana kondisi kolaborasi antar penulis, institusi dan negara?
4. Bagaimana evolusi tren penelitian STEAM di pendidikan sains?
5. Apa topik STEAM di pendidikan sains yang memberikan kesempatan untuk penelitian lebih lanjut?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan dan kegunaan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana visualisasi pemetaan bibliometrik jaringan antar kata kunci pada penelitian STEAM di pendidikan sains.
2. Untuk mengetahui topik yang paling sering di bahas dalam artikel STEAM di pendidikan sains.
3. Untuk mengetahui bagaimana kondisi kolaborasi antar penulis, institusi dan negara.
4. Untuk mengetahui bagaimana evolusi tren penelitian STEAM di pendidikan sains.



5. Menemukan rekomendasi topik STEAM di pendidikan sains yang memberikan kesempatan untuk penelitian lebih lanjut.

## **F. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis, sebagai salah satu bahan referensi bagi peneliti yang tertarik untuk meneliti STEAM lebih lanjut.

### **2. Manfaat Praktis**

#### **a. Bagi Peneliti**

Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis berupa pemahaman yang lebih dalam lagi mengenai gambaran penelitian STEAM di pendidikan sains.

#### **b. Bagi dunia penelitian**

Penelitian ini menyajikan tren penelitian terbaru dan peluang penelitian STEAM di pendidikan sains di masa depan.

#### **c. Bagi dunia pendidikan**

Penelitian ini menyajikan langkah-langkah pengajaran dan pembelajaran STEAM yang dapat dijadikan sebagai rujukan untuk implementasi dalam kegiatan pembelajaran atau untuk penelitian lebih lanjut mengenai STEAM.

## **G. Tinjauan Pustaka**

1. Jauharah Md Khudzari et al. (2018)<sup>26</sup> Dalam studi bibliometrik nya, mengevaluasi tren penelitian global di area MFC (*microbial fuel cell*) berdasarkan keluaran publikasi, penulisan bersama di antara penulis, negara afiliasi, dan kemunculan bersama kata kunci penulis. Sebagai teknologi

---

<sup>26</sup> Jauharah Md Khudzari et al., "Bibliometric Analysis of Global Research Trends on Microbial Fuel Cells Using Scopus Database," *Biochemical Engineering Journal* 136 (2018): 51–60, <https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.05.002>.

berbasis energi yang baru muncul, sel bahan bakar mikroba (MFC) telah menerima perhatian yang signifikan karena berbagai aplikasinya. Oleh karena itu, pemahaman topik yang diminati dan perluasan jaringan kerjasama diperlukan untuk memajukan pengembangan penelitian menuju upaya yang terintegrasi. Menggunakan database Scopus, 4126 artikel jurnal yang diterbitkan antara tahun 1962-2017 diambil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sejak 2008, jumlah terbitan meningkat 100 artikel setiap dua tahun, sehingga jumlah publikasi kumulatif terus meningkat hingga saat ini. Sekitar 60% dari total publikasi global dikontribusikan oleh peneliti dari China dan Amerika Serikat, memimpin 70 negara / wilayah lainnya. Selain itu, di antara universitas paling produktif dari masing-masing 15 negara terkemuka, empat di antara 100 universitas terbaik dunia. Sebagai kesimpulan, kemajuan terbaru dalam penelitian MFC meliputi (i) bahan elektroda yang digabungkan dengan nanoteknologi, keramik, dan biochar; (ii) pemodelan matematika (misalnya jaringan saraf tiruan); dan (iii) penilaian ekonomi dan analisis siklus hidup.

2. Cui Huang et al. (2019)<sup>27</sup> mengkaji evolusi topik dalam penelitian pendidikan dari database WoS menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengungkap topik inti penelitian dan perubahan tren penelitian. Hasil analisis bibliometrik ini menunjukkan bahwa penelitian pendidikan telah menunjukkan tingkat kesinambungan dari waktu ke waktu. Lima topik utama yang berjalan melalui berbagai tahapan penelitian pendidikan: (1) Lingkungan belajar interaktif dan strategi pengajaran / pembelajaran; (2) modal manusia dan keuangan pendidikan; (3) pendidikan guru; (4) pendidikan tinggi; (5) kesetaraan dan keadilan sosial.

---

<sup>27</sup> Cui Huang et al., "Evolution of Topics in Education Research: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis," *Educational Review* 72, no. 3 (2019): 281–97, <https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566212>.

3. Pranab K. Muhari et al. (2019)<sup>28</sup> merangkum struktur pertumbuhan Industri 4.0 selama 5 tahun terakhir dari database scopus dan WoS menggunakan VOSviewer. Peneliti melakukan analisis bibliometrik dan survei ekstensif tentang perkembangan terkini di bidang " Industri 4.0 " dan memberikan gambaran latar belakang singkat tentang pekerjaan terkait Industri 4.0 dan berbagai aplikasinya. Dalam analisis bibliometrik, metrik kinerja yang berbeda diekstraksi, seperti: total makalah, total kutipan, dan kutipan per makalah. Selanjutnya, 10 penulis teratas yang paling produktif dan paling banyak dikutip, bidang subjek utama, sumber atau jurnal, negara, dan institusi dievaluasi. Daftar makalah yang sangat berpengaruh juga dinilai. Kemudian, diskusi rinci tentang makalah yang paling banyak dikutip dianalisis dan klasifikasi bagian disediakan.
4. Daniel Hernández-Torrano dan Laura Ibrayeva (2020)<sup>29</sup> memberikan pemetaan sistematis dari tren penelitian dalam bidang kreativitas dalam konteks pendidikan selama 45 tahun terakhir menggunakan metadata yang diambil dari database Web of Science divisualisasikan menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Temuan utama dari studi ini adalah: (1) penelitian tentang kreativitas dan pendidikan merupakan bidang penyelidikan yang sedang berkembang yang telah mengalami pertumbuhan eksponensial sejak tahun 2000-an; (2) penelitian di bidang ini dihasilkan oleh peneliti di beberapa institusi dan negara, sebagian besar di Amerika Serikat dan negara-negara berbahasa Inggris lainnya,

---

<sup>28</sup> Pranab K. Muhuri, Amit K. Shukla, and Ajith Abraham, "Industry 4.0: A Bibliometric Analysis and Detailed Overview," *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 78, no. September 2018 (2019): 218–35, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>.

<sup>29</sup> Daniel Hernández-Torrano and Laura Ibrayeva, "Creativity and Education: A Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975–2019)," *Thinking Skills and Creativity* 35, no. December 2019 (2020): 100625, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625>.

meskipun peneliti dari beberapa negara Asia dan Eropa juga berkontribusi untuk kemajuan bidang tersebut; (3) terdapat bukti kolaborasi penelitian di antara para sarjana di lapangan, tetapi jaringan kolaboratif kebanyakan terjadi di dalam batas negara atau antar sarjana di negara-negara terdekat; (4) penelitian kreativitas dan pendidikan relatif bersifat interdisipliner dan muncul dari pengetahuan yang dihasilkan dalam ilmu pendidikan dan beberapa cabang psikologi; (5) empat tema umum telah dibahas dalam literatur tentang kreativitas dan pendidikan dalam 45 tahun terakhir: mengajar dan belajar kreativitas; korelasi psikoedukasi kreativitas; peran kreativitas dalam organisasi; dan proses kognitif dan afektif yang mempengaruhi kreativitas. Temuan didiskusikan dan implikasinya untuk pengembangan lapangan di masa depan disorot.

5. Rui Yang et al. (2020)<sup>30</sup> mengkaji tren penelitian tanggung jawab lingkungan (*environmental responsibility*) menggunakan perangkat lunak bibliometrik terbaru CiteSpace untuk mencapai tinjauan pengetahuan komprehensif tentang ER. metadata diperoleh dari database web of science (WoS) yang diterbitkan 5 tahun terakhir. penelitian ini memetakan evolusi penelitian di bidang ER, mengungkap fokus literatur yang ada dan kesenjangan penelitian, yang memperkaya sistem pengetahuan ER dan memandu studi masa depan. CiteSpace memiliki batasan dalam pemilihan database. Ia dapat melakukan analisis bibliometrik yang komprehensif dari literatur yang dipilih dalam database WoS, tetapi untuk database lain, beberapa fungsi CiteSpace tidak dapat diterapkan secara efektif.
6. Penanaman microbial fuel cell (MFC) ke dalam built wetlands (CW) untuk membentuk CW-MFC berpotensi untuk

---

<sup>30</sup> Rui Yang, Christina W.Y. Wong, and Xin Miao, "Analysis of the Trend in the Knowledge of Environmental Responsibility Research," *Journal of Cleaner Production* 278 (2020): 123402, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123402>.

mendapatkan bioelectricity dan lingkungan yang bersih. Bin Ji et al. (2020)<sup>31</sup> melakukan analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer berbasis data Web of Science untuk memberikan gambaran dengan menelusuri jejak perkembangan teknologi ini. Negara, institusi, penulis, istilah kunci, dan kata kunci dilacak dan pemetaan yang sesuai dibuat. Dari 2012 hingga September 2020, ditemukan 442 penulis dari 129 organisasi di 26 negara yang menerbitkan 135 publikasi di 42 jurnal dengan total sitasi sebanyak 3139 kali. Analisis istilah kunci menunjukkan empat kelompok: kinerja pembangkit bioelektrik, studi mekanisme, penghilangan polutan tahan api, dan peningkatan penghilangan kontaminan konvensional. Tema penelitian lebih lanjut termasuk mengeksplorasi sifat biokimia dari bakteri yang aktif secara elektrokimia, penghapusan kontaminan yang muncul, panen bioelectricity yang efektif dan penggunaannya, dan pengembangan biosensor serta peningkatan skala untuk aplikasi lapangan nyata. Hasil bibliometrik memberikan referensi dan informasi berharga tentang arah penelitian potensial untuk studi di masa depan.

7. Chien-wen Shien et al. (2020)<sup>32</sup> membahas penggunaan pendekatan bibliometrik hybrid yang memiliki manfaat baik analisis jaringan kutipan langsung maupun analisis topik untuk melacak perkembangan *Technology-enhancement learning* (TEL) secara keseluruhan di perguruan tinggi secara mendetail. Untuk lebih memahami perkembangannya dari perspektif komunitas akademis, pendekatan bibliometrik hibrida yang menggabungkan analisis jaringan kutipan langsung dan analitik teks diusulkan untuk memeriksa artikel

---

<sup>31</sup> Bin Ji et al., "Mapping the Field of Constructed Wetland-Microbial Fuel Cell: A Review and Bibliometric Analysis," *Chemosphere*, 2020, 128366, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128366>.

<sup>32</sup> Chien-wen Shen and Jung-tsung Ho, "Technology-Enhanced Learning in Higher Education: A Bibliometric Analysis with Latent Semantic Approach," *Computers in Human Behavior* 104 (2020): 106177, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106177>.

penelitian terkait yang diambil dari database Web of Science. Selain analitik visual pada penelitian TEL, pendekatan jaringan kutipan langsung dengan analisis cluster digunakan untuk menggambarkan perkembangan historiografi domain penelitian TEL di pendidikan tinggi.

8. Mohamed El Mohadab et al. (2020)<sup>33</sup> melakukan studi bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan Produksi ilmiah global seputar pandemi Covid-19, dalam berbagai disiplin ilmu di berbagai database bibliografi ilmiah internasional dengan tujuan akhir mengatasi pandemi ini. Dalam arahan tersebut, data bibliometrik merupakan sumber fundamental dalam proses evaluasi produksi ilmiah di dunia akademis; bibliometrics memberikan informasi strategis yang penting bagi peneliti dan institusi untuk meningkatkan hasil penelitian mereka dengan komunitas ilmiah lokal dan internasional, terutama dalam pandemi internasional ini.
9. Rajkumar Verma et al. (2020)<sup>34</sup> membahas jurnal internasional The Journal of Applied Mathematical Modeling (AMM) pada peringatan 40 tahun AMM berkarya. jurnal ini adalah jurnal terkemuka di bidang matematika dan teknik yang berfokus pada penelitian yang berkaitan dengan pemodelan matematika dari proses teknik dan lingkungan, manufaktur, dan sistem industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi variabel dan tren utama yang paling mempengaruhi jurnal selama bertahun-tahun. Studi ini menggunakan database Web of Science membuat pemetaan grafis dari bahan bibliometri dengan menggunakan software visualization of similarities (VOS) viewer. Grafik ini

---

<sup>33</sup> Mohamed El Mohadab, Belaid Bouikhalene, and Said Safi, "Bibliometric Method for Mapping the State of the Art of Scientific Production in Covid-19," *Chaos, Solitons & Fractals* 139 (2020): 110052, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110052>.

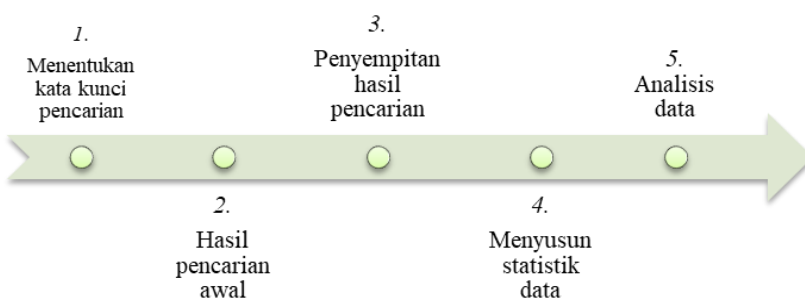
<sup>34</sup> Rajkumar Verma et al., "Forty Years of Applied Mathematical Modelling: A Bibliometric Study," *Applied Mathematical Modelling* 89 (2020): 1177–97, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.07.004>.

mewakili penggabungan bibliografi, analisis kutipan dan kutipan bersama, penulisan bersama, dan kata kunci bersama. Hasilnya menunjukkan keragaman dokumen yang diterbitkan dan pertumbuhan jurnal yang signifikan dari waktu ke waktu.

## H. Metode Penelitian

### 1. Pendekatan dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif deskriptif menggunakan pendekatan bibliometrik. Penelitian deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi obyek apa adanya<sup>35</sup> Kajian analisis bibliometrik merupakan pendekatan mekanistik untuk memahami tren penelitian global di suatu wilayah tertentu berdasarkan output dari database literatur akademik. Pendekatan semacam ini membedakan literatur analisis bibliometrik dari literatur ulasan lain. Terutama dimaksudkan untuk membahas kemajuan terkini, tantangan, dan arah masa depan dari suatu topik tertentu<sup>36</sup>. Metode penelitian ini mengadopsi metode lima tahap Hudha et al (2020)<sup>37</sup> seperti pada Gambar 1. Kelima langkah tersebut meliputi pendefinisian kata kunci pencarian, hasil pencarian awal, penyempitan hasil pencarian, menyusun statistik data, dan analisis data.



**Gambar 1.** Langkah-langkah Analisis Bibliometrik

<sup>35</sup> Yuberti Yuberti and Saregar Antomi, *Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains* (Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA), 2017).

<sup>36</sup> Hernández-Torrano and Ibrayeva, "Creativity and Education: A Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975–2019)."

<sup>37</sup> Muhammad Nur Hudha et al., "Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis," *European Journal of Educational Research* 9, no. 1 (2020): 319–29, <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.319>.

1). Menentukan kata kunci pencarian

Pencarian literatur dilakukan pada Juli 2020 dengan menggunakan 12 kata kunci '*STEAM science education*', '*STEAM education physics*', '*STEAM education mathematics*', '*STEAM education biology*', '*STEAM education chemistry*', '*STEAM education environment*', '*STEAM science learning*', '*STEAM physics learning*', '*STEAM mathematics learning*', '*STEAM biology learning*' '*STEAM chemistry learning*' dan '*STEAM environment learning*'. Pengumpulan data dilakukan di database Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)).

2). Hasil pencarian awal

Penelusuran ini khusus untuk 'jurnal', 'conference proceedings' 'kata-kata judul', 'dan tahun '2013-2020'. Ditemukan 30 artikel dari database scopus dalam pencarian awal ini.

3). Penyempitan hasil pencarian

Penyempitan hasil pencarian dilakukan dengan melimit ke 'jurnal', dan 'conference proceeding' book chapter dan editorial dikeluarkan dari data set sehingga 30 artikel menjadi metadata penelitian bibliometrik ini. Hasil pencarian disimpan dalam format csv untuk memasukkan semua informasi artikel penting seperti judul artikel, nama penulis dan afiliasi, abstrak, kata kunci dan referensi.

4). Menyusun statistik data

Metadata di input ke perangkat lunak VOSviewer ([www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)). VOSviewer menganalisis dan memetakan data set penelitian STEAM di pendidikan sains.

5). Analisis data

VOSviewer digunakan untuk menganalisis dan memvisualisasikan jaringan bibliometrik<sup>38</sup> penelitian STEAM di pendidikan sains. Dalam analisis ini ukuran node mewakili jumlah publikasi dalam data set. Kekuatan kolaborasi antara dua item diwakili oleh kedekatan item di peta dan ketebalan

---

<sup>38</sup> Bin Ji et al., "Mapping the Field of Constructed Wetland-Microbial Fuel Cell: A Review and Bibliometric Analysis," *Chemosphere* 262 (2020): 128366, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128366>.



garis yang menghubungkan nya. Semakin tinggi jaringan penulis bersama, semakin dekat item akan muncul di peta dan semakin tebal garis yang menghubungkan nya. Item-item dengan koneksi yang lebih kuat tampak dikelompokkan ke dalam kelompok dan mewakili jaringan kolaboratif dari data set.

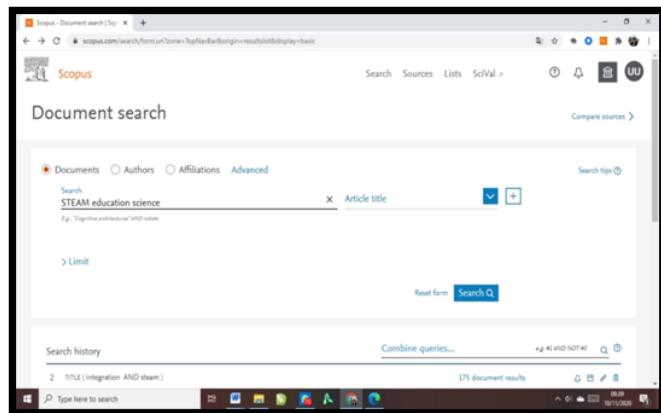
## 2. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah literatur penelitian jurnal dan Conference paper dari database scopus.

## 3. Prosedur Pengumpulan Data

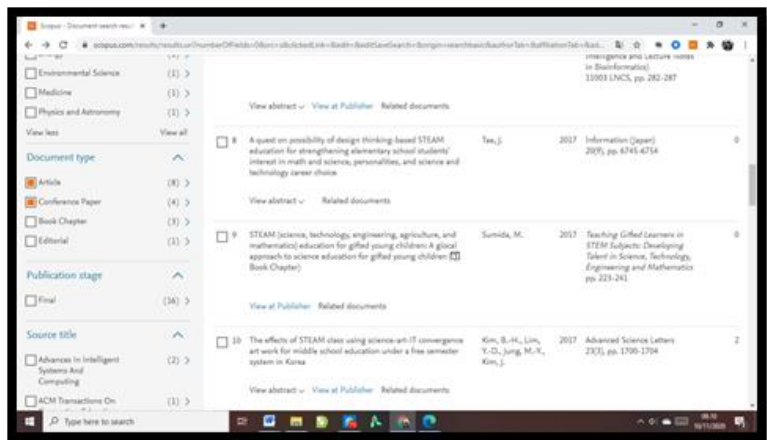
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung, dimana data atau informasi yang diperoleh berasal dari artikel, artikel ilmiah buku atau dokumen-dokumen yang dijadikan rujukan dan dapat dipertanggung jawabkan kebenaran nya. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi dan catatan lapangan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data publikasi internasional bidang STEAM di pendidikan sains yang didapatkan dari situs web Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)). Berikut prosedur penelitian yang penulis lakukan untuk memperoleh data.

### 1. Memasukan kata kunci yang telah ditentukan



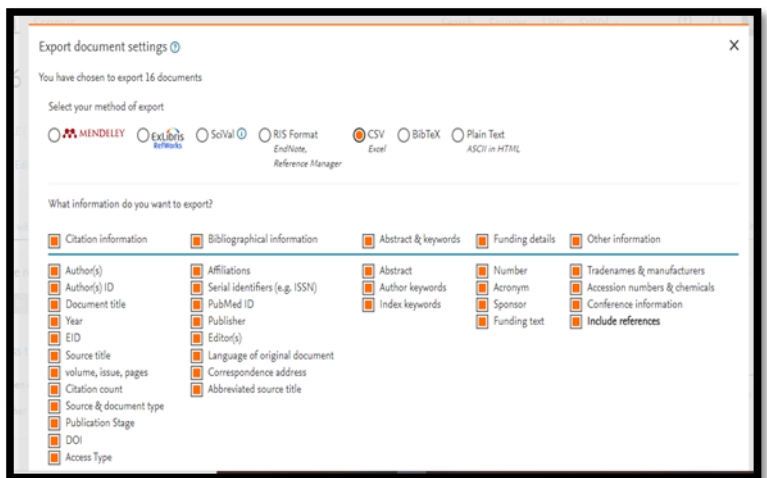
**Gambar 2.** Tampilan Masukan Kata Kunci

2. Menyeleksi artikel sesuai dengan yang telah peneliti tetapkan



Gambar 3. Tampilan Menyeleksi Artikel

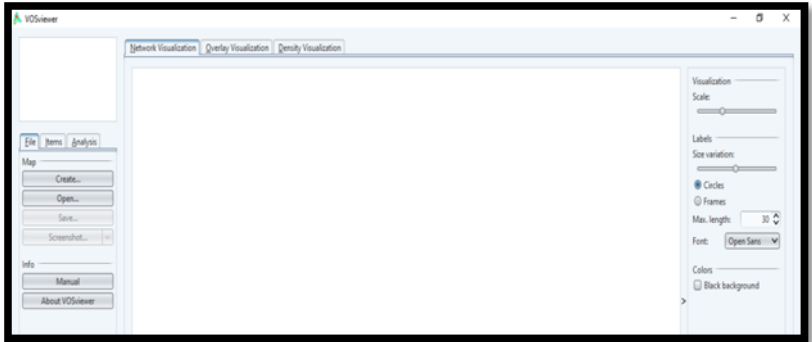
3. Mengekspor data bibliografi dalam format CSV



Gambar 4. Tampilan Pengaturan Mengekspor Metadata

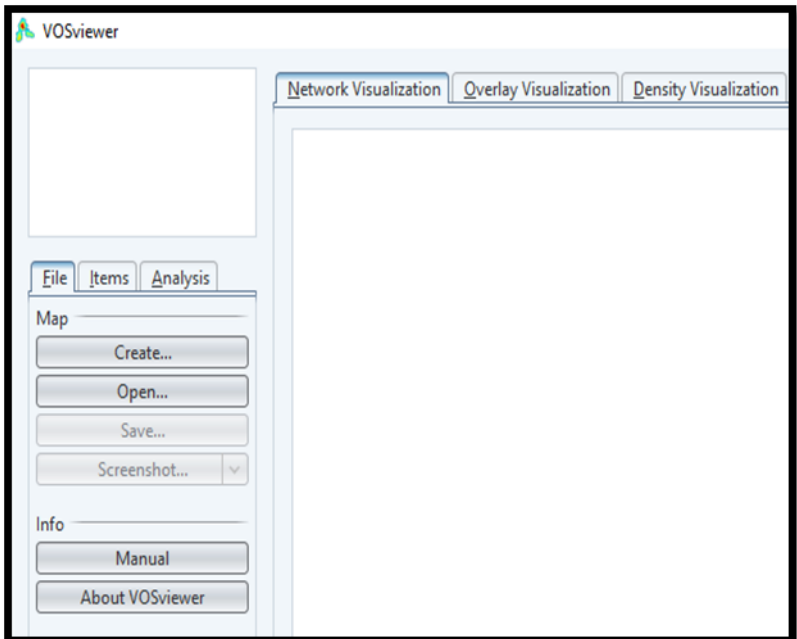
#### 4. Prosedur Analisis Data

##### 1. Membuka VOSviewer di laptop atau PC



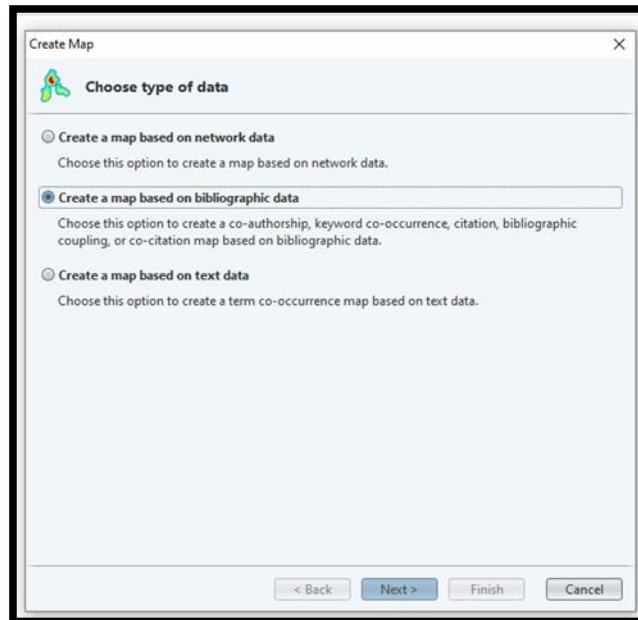
**Gambar 5.** Tampilan setelah membuka VOSviewer

##### 2. Membuat peta dengan mengklik create



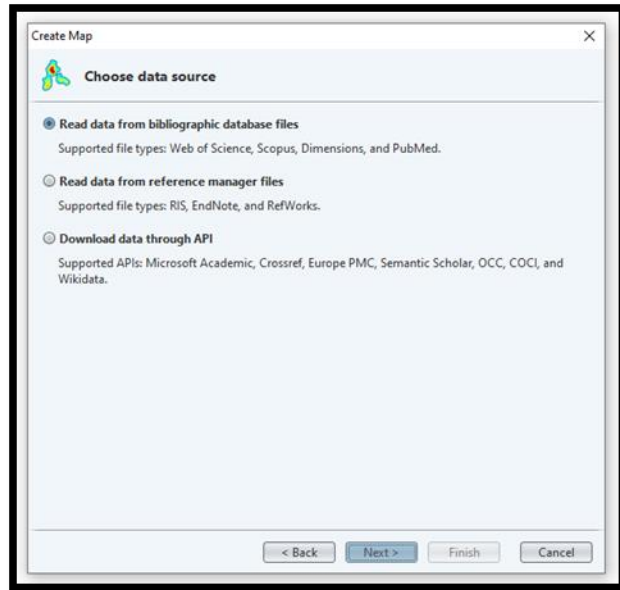
**Gambar 6.** Tampilan memulai membuat peta

3. Memilih tipe data, ada 3 pilihan yang ditawarkan
- Create a map based on network data, jika sebelumnya sudah memiliki file pemetaan VOSviewer, atau file GML dan Pajek.
  - Create a map based on bibliographic data, jika ingin menganalisis kejadian kemunculan bersama kata kunci, penulis, kutipan, dan tautan kutipan bersama dari data bibliografi
  - Create a map based on text data



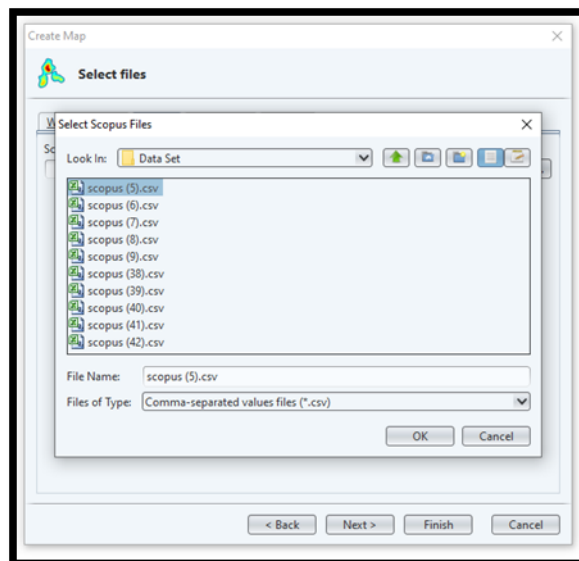
**Gambar 7.** Tampilan memilih jenis data

4. Menentukan sumber data, data dapat bersumber dari file database bibliografi seperti Web of Science, Scopus, Dimension dan Pubmed. Jika menggunakan data yang di ekspor dari file manajer referensi, tipe data seperti RIS, EndNote dan Refworks dapat dianalisis.



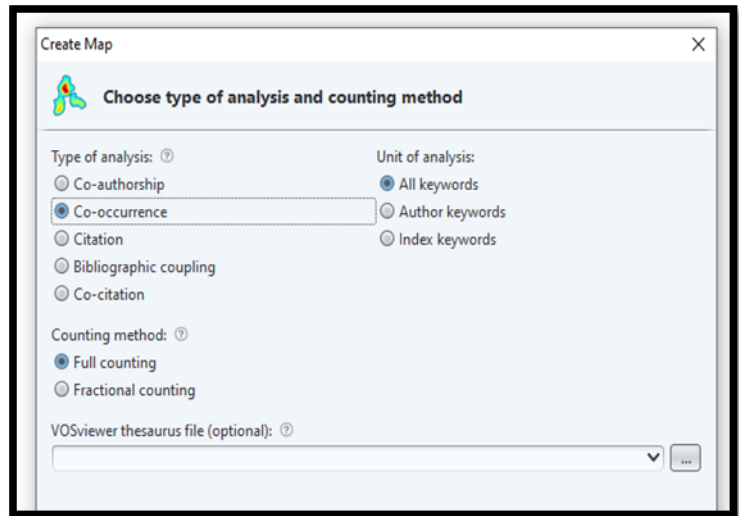
**Gambar 8.** Tampilan memilih sumber data

## 5. Memilih file



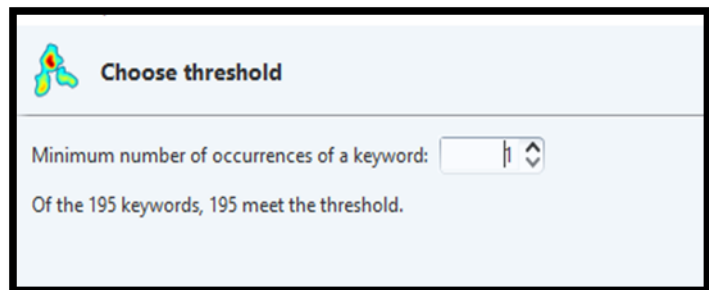
**Gambar 9.** Tampilan Pemilihan file

6. Memilih tipe analisis ada beberapa tipe analisis yang bisa digunakan



**Gambar 10.** Tampilan Pengaturan Tipe analisis

7. Mengatur jumlah minimum (*minimum number*) kemunculan



**Gambar 11.** Tampilan Pengaturan Jumlah minimum kemunculan

8. Ditampilkan dalam bentuk tabel, klik finish untuk melanjutkan.

Create Map

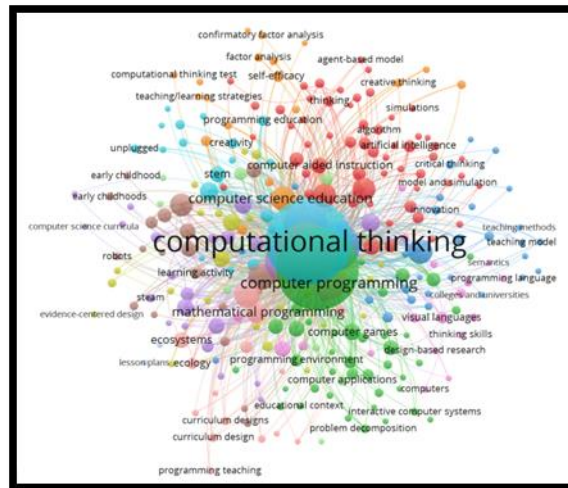
Verify selected keywords

| Selected                            | Keyword                    | Occurrences | Total link strength |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | steam                      | 13          | 114                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | steam education            | 8           | 71                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | students                   | 7           | 110                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | engineering education      | 7           | 109                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | computer aided instruction | 5           | 80                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | education computing        | 4           | 69                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | e-learning                 | 3           | 56                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | learning environments      | 3           | 51                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | virtual reality            | 3           | 47                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | curricula                  | 3           | 41                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | education                  | 3           | 39                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | educational institutions   | 2           | 38                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | learning systems           | 2           | 38                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | computer science education | 2           | 31                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | k-12                       | 2           | 31                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | high school                | 2           | 29                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | mathematics                | 2           | 27                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | teaching                   | 2           | 22                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | elementary schools         | 2           | 21                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | learning                   | 2           | 20                  |

< Back   Next >   Finish   Cancel

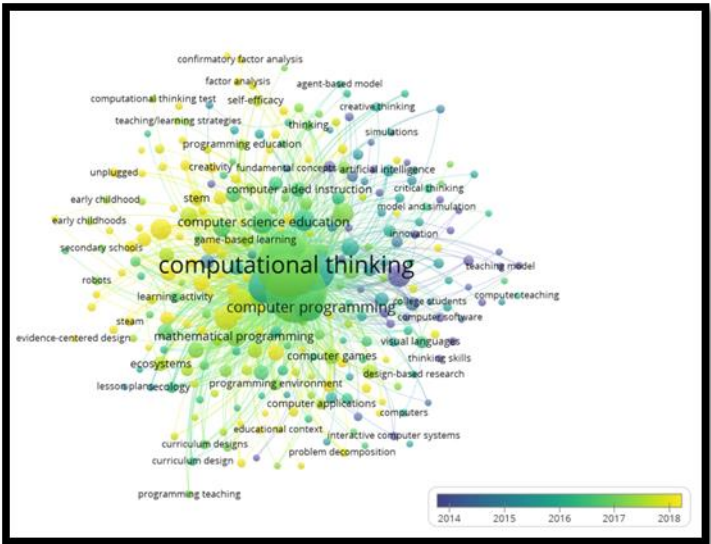
**Gambar 12.** Tampilan daftar kunci sebelum dipetakan

9. Di interpretasikan dalam bentuk peta
  - Tampilan network visualization



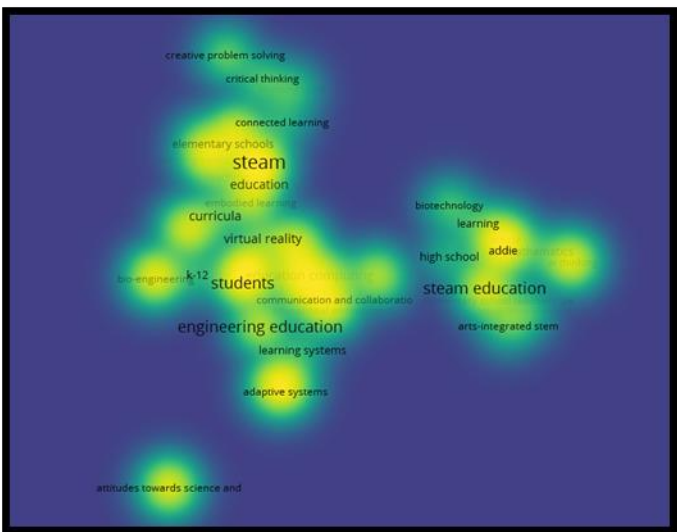
**Gambar 13.** Tampilan network visualization

- Tampilan overlay visualization



**Gambar 14.** Tampilan overlay visualization

- Tampilan density visualization



**Gambar 15.** Tampilan density visualization



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Kreativitas Saintis**

Studi ilmiah tentang kreativitas dimulai pada pertengahan abad kedua puluh. Secara progresif, kreativitas telah menjadi keharusan pendidikan dan studinya dalam konteks pendidikan telah menghasilkan banyak penelitian dari berbagai perspektif teoritis dan empiris.<sup>39</sup> Pelatihan sains tradisional memberikan dasar yang kuat tentang fakta dan teknik sains dasar, tetapi jarang membahas bagaimana menumbuhkan kreativitas ilmiah, identifikasi masalah lintas disiplin, dan keterampilan memecahkan masalah. Para pemimpin industri, seperti Haden Land, VP of Engineering and Chief Technology Officer for the Information Systems & Global Solutions, Civil Product Line di Lockheed Martin, tertarik untuk mengidentifikasi cara menumbuhkan kreativitas dalam konteks sains untuk mendorong jenis inovasi visioner yang akan dibutuhkan untuk memecahkan masalah yang kompleks<sup>40</sup>.

Margaret E. Madden et al. (2020)<sup>41</sup> melakukan penelitian untuk mengembangkan kurikulum yang mengintegrasikan pelatihan ilmiah dengan pengembangan kreativitas untuk mempromosikan keterampilan kognitif inovatif pada mahasiswa sains. Universitas Negeri New York di Potsdam adalah tempat yang dipilih untuk pengembangan kurikulum ini. Sekolah pendidikan guru tertua di universitas negeri dan tempat kelahiran pendidikan musik ini memiliki sejarah panjang dalam inovasi kurikuler di bidang pendidikan dan seni. Selain itu, ia memiliki program sains yang kuat yang berfokus pada pemberian kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam

---

<sup>39</sup> Shen and Ho, "Technology-Enhanced Learning in Higher Education: A Bibliometric Analysis with Latent Semantic Approach."

<sup>40</sup> Mohadab, Bouikhalene, and Safi, "Bibliometric Method for Mapping the State of the Art of Scientific Production in Covid-19."

<sup>41</sup> Verma et al., "Forty Years of Applied Mathematical Modelling: A Bibliometric Study."

penelitian ilmiah otentik yang signifikan bekerja sama dengan anggota fakultas.

Penelitian menunjukkan bahwa menumbuhkan kreativitas pada siswa bermanfaat. Berbagai penelitian telah menunjukkan siswa yang terlibat dalam program kreativitas menampilkan pemikiran yang lebih maju<sup>42</sup>, kemampuan untuk mengatasi stres<sup>43</sup>, meningkatkan kesadaran diri<sup>44</sup>, keterampilan hidup<sup>45</sup>, keterampilan sosial (yaitu, komunikasi, kerja tim, kepercayaan diri, otonomi, motivasi)<sup>46</sup>, koneksi dengan komunitas mereka<sup>47</sup> dan umumnya lebih terbuka dan bersemangat untuk berpikir kreatif<sup>48</sup>.

Pengetahuan dan keterampilan yang dikembangkan mencakup komunikasi dari semua jenis, negosiasi, dan pemecahan masalah, dengan aplikasi untuk masalah otentik<sup>49</sup>. Kebiasaan dibudidayakan, seperti mendokumentasikan melalui catatan, desain, atau jurnal dan bahkan menjaga kebugaran fisik. Siswa didorong untuk menjadi pemecah masalah yang aktif, dan untuk memiliki ide, proses, arahan, dan terlibat dengan motivasi. Karena kolaborasi dengan profesional lain dan dengan konstituen yang dilayani sangat penting, ada penekanan besar pada pemberian pengalaman untuk memungkinkan siswa bekerja di komunitas. Membangun komunitas dengan siswa lain adalah penting, melalui hidup bersama dan menghabiskan waktu di

---

<sup>42</sup> Md Khudzari et al., "Bibliometric Analysis of Global Research Trends on Microbial Fuel Cells Using Scopus Database."

<sup>43</sup> Hudha et al., "Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis."

<sup>44</sup> Hernández-Torrano and Ibrayeva, "Creativity and Education: A Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975–2019)."

<sup>45</sup> Margaret E. Madden et al., "Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum," *Procedia Computer Science* 20 (2013): 541–46, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>.

<sup>46</sup> Ibid.

<sup>47</sup> Ryan Hargrove, "Fostering Creativity in the Design Studio: A Framework towards Effective Pedagogical Practices," *Art, Design and Communication in Higher Education* 10, no. 1 (2012): 7–31, [https://doi.org/10.1386/adch.10.1.7\\_1](https://doi.org/10.1386/adch.10.1.7_1).

<sup>48</sup> Linda L Autry and Mary E Walker, "Artistic Representation: Promoting Student Creativity and Self-Reflection," *Journal of Creativity in Mental Health* 6, no. 1 (2011): 42–55.

<sup>49</sup> Ibid.

luar kelas,<sup>50</sup>. Belajar menghargai keuntungan kelompok sangat penting, untuk menghargai bahwa anggota kelompok memiliki latar belakang yang beragam, terbuka terhadap ide-ide baru, saling menantang secara konstruktif, berkomunikasi secara efektif dan memberikan umpan balik, berhasil mengelola konflik, mempercayai, dan saling membantu, dan berbagi komitmen untuk pekerjaan mereka<sup>51</sup>. Meskipun demikian, waktu untuk refleksi individu juga penting untuk memungkinkan siswa bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri<sup>52</sup>.

Literatur menunjukkan bahwa individu kreatif terlibat pembelajar aktif, bersemangat, termotivasi secara intrinsik dan memiliki sikap positif terhadap pemikiran kreatif<sup>53</sup>. Struktur pendidikan tinggi yang unik akan memungkinkan siswa untuk membangun kurikulum mereka sendiri dengan berkonsultasi dengan penasihat yang memastikan standar akademik yang ketat. Pasar kerja berkembang pada tingkat eksponensial, dengan interkoneksi di antara berbagai bidang. Karena jalur karir prospektif bagi siswa adalah Tidak diketahui, siswa akan membutuhkan kemampuan untuk memahami berbagai domain serta secara kreatif membuat koneksi di antara berbagai disiplin ilmu. Satu bidang studi (yaitu, jurusan) telah menjadi kuno.

Manfaat bagi pengajar akan sangat banyak (misalnya, mengembangkan kreativitas mereka sendiri sebagai guru<sup>54</sup>,

---

<sup>50</sup> Gregory Clinton and Brad Hokanson, "Creativity in the Training and Practice of Instructional Designers: The Design/Creativity Loops Model," *Educational Technology Research and Development* 60, no. 1 (2012): 111–30.

<sup>51</sup> Bill Crow, "Changing Conceptions of Educational Creativity: A Study of Student Teachers' Experience of Musical Creativity," *Music Education Research* 10, no. 3 (2008): 373–88.

<sup>52</sup> Pamela Burnard, "Reframing Creativity and Technology: Promoting Pedagogic Change in Music Education," *Journal of Music, Technology & Education* 1, no. 1 (2007): 37–55.

<sup>53</sup> Hsen-Hsing Ma, "A Synthetic Analysis of the Effectiveness of Single Components and Packages in Creativity Training Programs," *Creativity Research Journal* 18, no. 4 (2006): 435–46.

<sup>54</sup> Chunfang Zhou, "Integrating Creativity Training into Problem and Project-Based Learning Curriculum in Engineering Education," *European Journal of Engineering Education* 37, no. 5 (2012): 488–99.

meningkatkan pengetahuan disiplin ilmu lain, dan antusiasme yang diperbarui.) Dengan demikian, tujuannya bukan untuk keaktifan (melainkan untuk) mengisolasi strategi berpikir kreatif dan memperkenalkan pemikiran metakognitif<sup>55</sup>. Hal ini memerlukan pergeseran dari pemikiran tentang pengajaran konten dalam domain ke aplikasi konten kursus yang digerakkan oleh domain, menanyakan bagaimana pengetahuan dapat digunakan. Pengajaran kreativitas diintegrasikan ke dalam semua pengajaran, dengan kegiatan belajar yang menarik dan relevan, dan mempromosikan kepemilikan siswa atas pembelajaran mereka sendiri, termasuk pengembangan kurikulum<sup>56</sup>.

Siswa kreatif mempengaruhi kurikulum dan mode pengajaran<sup>57</sup>. Teknik pengajaran yang mendorong siswa untuk merekonseptualisasikan ide dan pola perilaku yang sudah mapan, bersama dengan pekerjaan interdisipliner, mempromosikan pemikiran kreatif<sup>58</sup>. Sebagai contoh, ada bukti bahwa mempelajari seni visual meningkatkan skor pada tes kreativitas visual<sup>59</sup>. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa menggabungkan pendekatan yang berbeda untuk program pelatihan mungkin penting untuk menyesuaikan dengan preferensi siswa yang beragam<sup>60</sup>. Satu studi yang secara khusus menilai perkembangan pemikiran kreatif dan kritis dalam kurikulum perguruan tinggi melaporkan bahwa fakultas percaya bahwa praktik pengajaran yang merangsang pemikiran kreatif melibatkan pembelajaran aktif, dengan tingkat keterlibatan yang tinggi dalam materi kursus, aplikasi untuk masalah nyata di dalam dan di

---

<sup>55</sup> Martin L Perl, "Developing Creativity and Innovation in Engineering and Science," *International Journal of Modern Physics A* 23, no. 27n28 (2008): 4401–13.

<sup>56</sup> Trudy C Diliello, Jeffery D Houghton, and David Dawley, "Narrowing the Creativity Gap: The Moderating Effects of Perceived Support for Creativity," *The Journal of Psychology* 145, no. 3 (2011): 151–72.

<sup>57</sup> Zhou, "Integrating Creativity Training into Problem and Project-Based Learning Curriculum in Engineering Education."

<sup>58</sup> Ma, "A Synthetic Analysis of the Effectiveness of Single Components and Packages in Creativity Training Programs."

<sup>59</sup> Robyn Gibson, "The 'Art' of Creative Teaching: Implications for Higher Education," *Teaching in Higher Education* 15, no. 5 (2010): 607–13.

<sup>60</sup> Hargrove, "Fostering Creativity in the Design Studio: A Framework towards Effective Pedagogical Practices."

luar kelas juga pekerjaan interdisipliner. Dalam studi yang sama, siswa menunjukkan bahwa interaksi dengan fakultas dan siswa lain, baik di dalam maupun di luar kelas, dan tugas menulis menumbuhkan pemikiran kreatif, sedangkan tugas membaca tidak<sup>61</sup>.

Dengan demikian, program perlu menciptakan komunitas yang memberikan stimulasi, keragaman, dan kekayaan pengalaman serta waktu yang memadai untuk berpikir kreatif, menghargai pemikiran dan produk kreatif, membiarkan kesalahan, membayangkan berbagai perspektif, mempertanyakan asumsi, mengidentifikasi minat dan masalah<sup>62</sup>. Kolaborasi dipromosikan dengan program mentoring, lingkungan dengan timbal balik sosial, dan tempat tinggal bersama<sup>63</sup>.

## **B. Transisi STEM ke STEAM**

STEAM berasal dari STEM yang diperkenalkan oleh NSF (National Science Foundation) Amerika Serikat pada tahun 1990an sebagai singkatan dari "Science, Technology, Engineering, and Mathematics" dengan penambahan unsur artistik<sup>64</sup>. Pendekatan merupakan kesesuaian yang sempurna antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan pembelajaran berbasis masalah. Komponen A (art) merupakan bagian yang penting untuk ditambahkan pada STEM karena art merupakan bagian dari jalinan elemen STEM. Seni meliputi estetika, ergonomi, sosiologi, psikologi, filsafat, dan pendidikan<sup>65</sup>. Pendekatan ini mampu menciptakan sistem pembelajaran yang kohesif dan pembelajaran aktif untuk keempat aspek secara bersamaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu masalah. STEAM dapat diterapkan di berbagai jenis dan tingkat lingkungan belajar. Oleh

---

<sup>61</sup> Gibson, "The 'Art' of Creative Teaching: Implications for Higher Education."

<sup>62</sup> Alexander Karp, "Teachers of the Mathematically Gifted Tell about Themselves and Their Profession," *Roeper Review* 32, no. 4 (2010): 272–80.

<sup>63</sup> Ginamarie Scott, Lyle E Leritz, and Michael D Mumford, "The Effectiveness of Creativity Training: A Quantitative Review," *Creativity Research Journal* 16, no. 4 (2004): 361–88.

<sup>64</sup> Erik Moga et al., "Does Studying the Arts Engender Creative Thinking? Evidence for near but Not Far Transfer," *Journal of Aesthetic Education* 34, no. 3/4 (2000): 91–104.

<sup>65</sup> Richard S Mansfield, Thomas V Busse, and Ernest J Krepelka, "The Effectiveness of Creativity Training," *Review of Educational Research* 48, no. 4 (1978): 517–36.

karena itu, STEAM secara akurat dapat menjadi proksi dari budaya sekitarnya dan dikembangkan menjadi toleran terhadap segala jenis keanekaragaman. Dengan demikian semua siswa dapat belajar tentang budaya di sekitarnya, dan budaya sekitarnya dapat menjadi media pembelajaran bagi mereka.

STEAM adalah sebuah pendekatan dalam pembelajaran yang menggunakan sains, teknologi, ilmu teknik, seni dan matematika sebagai pintu masuk untuk membimbing penelitian siswa, diskusi dan kolaborasi, serta berpikir kritis.

Pendidikan STEAM membutuhkan konteks sebagai media untuk membina integrasi disiplin ilmu Sains, Teknologi, Teknik, Seni dan Matematika serta memberikan berbagai macam perlakuan dalam perkembangannya. Konteks atau fenomena yang paling terkenal dalam hal ini di semua bidang, bahkan lintas negara dan wilayah adalah kearifan lokal, khususnya budaya lokal. Canggih iptek tercipta karena adanya degradasi budaya, kemudian degradasi nilai moral dan sosial budaya terjadi pada masyarakat / budaya lokal. Pengetahuan lokal dapat memperkuat pembelajaran kontekstual yang dapat merangsang dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif serta mendorong setiap siswa di sekolah untuk bijaksana dan bijak dalam menyelesaikan masalah kehidupan. Uraian kearifan lokal di atas dapat berupa Seni dan konteks yang tepat dalam modul pembelajaran berbasis STEAM<sup>66</sup>. Seni dalam STEAM dan kearifan lokal memiliki nilai yang dapat menanamkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif untuk memecahkan masalah bagi siswa.

Perkembangan teknologi yang pesat akhir-akhir ini mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan pendidikan untuk membantu penyesuaian masyarakat terhadap perubahan ini. Hal ini mendorong berkembangnya pendekatan-pendekatan baru dalam dunia pendidikan, salah satunya adalah STEM<sup>67</sup>. Pendidikan STEM diterima sebagai salah satu gerakan pendidikan terbesar dalam beberapa tahun

---

<sup>66</sup> Madden et al., "Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum."

<sup>67</sup> Gibson, "The 'Art' of Creative Teaching: Implications for Higher Education."

terakhir, dan berisi tiga pendekatan instruksional: multidisiplin, interdisipliner, dan transdisipliner<sup>68</sup>.

Pendekatan ini memberikan tema umum di mana siswa belajar dalam disiplin ilmu yang berbeda, dan hubungan antara disiplin ilmu tersebut terbatas pada tema itu sendiri. Dalam pendekatan ini, disiplin STEM diintegrasikan ke dalam lingkungan pengajaran dengan membangun koneksi di antara aplikasi mereka<sup>69</sup>. Akan tetapi, mempelajari sains tidak hanya sekedar tentang penerapannya. Sains adalah pengetahuan tentang alam, termasuk hukum alam yang terkait dengan fisika, kimia, biologi, ilmu bumi, astronomi, dan penerapan fakta, prinsip, konsep, atau konvensi terkait. Mempelajari sains adalah tubuh dari pengetahuan ini (konten) dan cara mengetahui sebagai suatu proses<sup>70</sup>.

Dengan integrasi interdisipliner, dua atau lebih disiplin ilmu digabungkan menjadi konsep khusus untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pendekatan ini mendukung pembelajaran konsep tunggal yang lebih dalam<sup>71</sup>. Tidak semua disiplin STEM perlu dimasukkan secara kolektif, dan menghubungkan dua atau lebih disiplin STEM atau menghubungkan disiplin STEM dengan satu atau lebih mata pelajaran sekolah lainnya merupakan pendekatan integratif<sup>72</sup>.

Integrasi transdisipliner memberi siswa kesempatan untuk menjawab pertanyaan mendasar di dunia nyata menggunakan inkuiri,

---

<sup>68</sup> Sergey Kukushkin and Natalya Churlyayeva, "The Problem of Engineering Creativity in Russia: A Critical Review," *European Journal of Engineering Education* 37, no. 5 (2012): 500–507.

<sup>69</sup> Georgette Yakman, "STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education," in *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching*, Salt Lake City, Utah, USA, 2008.

<sup>70</sup> Georgette Yakman and Hyonyong Lee, "Exploring the Exemplary STEAM Education in the US as a Practical Educational Framework for Korea," *Journal of the Korean Association for Science Education* 32, no. 6 (2012): 1072–86.

<sup>71</sup> Anjar Putro Utomo et al., "Development of Learning Material of Biotechnology Topic Based on STEAM-LW Approach for Secondary School in Coastal Area," 2017.

<sup>72</sup> Claudio A. Bonilla, José M. Merigó, and Carolina Torres-Abad, "Economics in Latin America: A Bibliometric Analysis," *Scientometrics* 105, no. 2 (2015): 1239–52, <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1747-7>.

pemecahan masalah, pemikiran kritis, kreativitas, dan inovasi<sup>73</sup>. Dalam pendekatan ini, pengetahuan yang dipelajari dari dua atau lebih disiplin diterapkan pada masalah dan proyek dunia nyata; dengan demikian, membantu membentuk pengalaman belajar<sup>74</sup>. Pendidikan STEM adalah penyediaan kesempatan bagi individu untuk memiliki pengalaman langsung, mempelajari keterampilan memecahkan masalah, dan terlibat dengan masalah dunia nyata<sup>75</sup>. Menurut Çorlu, Capraro, dan Capraro (2014), pendidikan STEM dibentuk oleh minat dan kehidupan guru dan siswa, dan itu berarti mengajarkan pengetahuan dan keterampilan khusus untuk disiplin utama dengan mengintegrasikan mereka dengan setidaknya satu disiplin STEM lainnya. Dalam studi transdisipliner ini, sementara sains adalah disiplin utama, disiplin lain membantu siswa belajar tentang skenario masalah kehidupan nyata.

Pendekatan STEM terintegrasi membantu meningkatkan pemahaman siswa (Kuenzi 2008). Hal ini tercermin dari kecenderungan dalam beberapa tahun terakhir untuk menempatkan pengajaran STEM sebagai pusat studi reformasi dalam pendidikan. Guzey dkk. (2017)<sup>76</sup> menjelaskan bahwa tujuan integrasi STEM adalah untuk: (a) memperluas pemahaman siswa tentang disiplin STEM dengan mengkontekstualisasikan konsep, (b) mengembangkan pemahaman siswa tentang disiplin STEM melalui pemaparan ke konteks STEM yang sesuai secara sosial dan budaya, dan (c) meningkatkan minat siswa dalam disiplin STEM untuk memperbesar perspektif bidang STEM mereka.

Di Turki, minat terhadap penelitian STEM belakangan ini mulai meningkat. Draf kurikulum sekolah menengah baru Turki tahun 2017

---

<sup>73</sup> Jo Anne Vasquez, Cary Ivan Sneider, and Michael W Comer, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (Portsmouth: Heinemann Portsmouth, NH, 2013).

<sup>74</sup> R W Bybee, "What Is STEM Education?," *Science* 329, no. 5995 (2010): 996, <https://doi.org/10.1126/science.1194998>.

<sup>75</sup> Shelly Counsell et al., *STEM Learning with Young Children: Inquiry Teaching with Ramps and Pathways* (New York: Teachers College Press, 2015).

<sup>76</sup> Vasquez, Sneider, and Comer, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*.



juga berfokus pada pendidikan STEM dan keterampilan teknik. Kurikulum sains<sup>77</sup> menekankan bahwa siswa harus mengembangkan keterampilan dan kemampuan yang diperlukan untuk memecahkan masalah sehari-hari secara ilmiah. Namun, STEM tidak disertakan dalam program ini<sup>78</sup>. Pendidikan STEM adalah proses yang berkembang di Turki dan belum sepenuhnya terintegrasi ke dalam kurikulum, dan diperlukan implementasi pendidikan STEM yang lebih berkualitas dan komprehensif.

Pada tahun 2011, Kementerian Pendidikan, Sains, dan Teknologi (MEST) Korea mengusulkan model STEAM (sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika) dengan menambahkan disiplin kelima, seni, ke STEM. Modifikasi STEM menjadi STEAM ini didasarkan pada temuan bahwa kreativitas meningkatkan pendidikan sains<sup>79</sup>. STEM lebih berfokus pada matematika dan sains dan mendorong kerja tim lebih dari kolaborasi. STEAM mengambil pandangan yang lebih luas dan mencakup grafik komputer, seni pertunjukan, perencanaan kreatif, dan bahkan pemecahan masalah yang menyenangkan, sambil meneliti dan merancang solusi, memungkinkan perspektif estetika dalam kehidupan sehari-hari (Jolly 2014). Sedangkan STEM dianggap logis, analitis, dan berguna; seni dianggap intuitif dan emosional<sup>80</sup>, dan telah memberikan motivasi baru untuk STEM dengan meningkatkan kreativitas, keterampilan pemecahan masalah, memori, koordinasi motorik, dan keterampilan analitis<sup>81</sup>.

---

<sup>77</sup> Mark Sanders, "STEM,STEMEducation,STEMmania," *The Technology Teacher* 68, no. 4 (2009): 20–27, <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

<sup>78</sup> Vasquez, Sneider, and Comer, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*.

<sup>79</sup> L D English, "STEM Education K-12: Perspectives on Integration," *International Journal of STEM Education* 3, no. 1 (2016): 1–8, <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>.

<sup>80</sup> Counsell et al., *STEM Learning with Young Children: Inquiry Teaching with Ramps and Pathways*.

<sup>81</sup> S Selcen Guzey et al., "The Impact of Design-Based STEM Integration Curricula on Student Achievement in Engineering, Science, and Mathematics," *Journal of Science Education and Technology* 26, no. 2 (2017): 207–22.

Mengintegrasikan seni ke dalam pendidikan sains memungkinkan pembelajaran afektif dan kognitif<sup>82</sup>. Pendidikan STEAM mendorong keterampilan pemecahan masalah dan minat siswa pada sains dan teknologi melalui aplikasi dunia nyata<sup>83</sup>. Stagg dan Verde (2019)<sup>84</sup> mencatat nilai pengintegrasian aktivitas berbasis seni ke dalam pendidikan sains untuk menghasilkan pembelajaran yang efektif, dan penelitian pendidikan STEAM di Korea telah menunjukkan peningkatan dalam pemahaman konten sains dan kemampuan siswa untuk memahami imajinasi dan emosi artistik<sup>85</sup>. Selain itu, di Korea, pendidikan STEAM dianggap sebagai cara yang efektif untuk mengembangkan kreativitas siswa<sup>86</sup>. Karena ada korelasi yang tinggi antara kreativitas dan prestasi siswa<sup>87</sup>, mengintegrasikan STEM dengan seni juga dapat meningkatkan prestasi siswa. Pendidikan STEAM didasarkan pada pendekatan konstruktivis dan menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran. Dalam pendekatan konstruktivis, individu membangun pengetahuan, sebagai lawan dari behaviorisme dan kognitivisme, di mana aturan dan pengetahuan diperoleh. Pendekatan ini memungkinkan 'cara berbeda untuk memahami dan mengetahui dan berurusan dengan dunia, sebagai cara untuk memperluas kotak peralatan sains dan teknik'.

Seperti STEM, ini berfokus pada hubungan antara disiplin ilmu yang awalnya dianggap berbeda; misalnya, berfokus pada proses

---

<sup>82</sup> Vasquez, Sneider, and Comer, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*.

<sup>83</sup> Ibid.

<sup>84</sup> P Burnard, "(Re)Positioning Creativities in Relation to Effective Arts Pedagogy: UK Perspectives on Teaching for Creativity and Teaching Creatively in the Arts," in *How Arts Education Makes a Difference: Research Examining Successful Classroom Practice and Pedagogy* (Taylor and Francis Inc., 2015), 249–63, <https://doi.org/10.4324/9781315727943>.

<sup>85</sup> G Ozkan and U Umdu Topsakal, "Investigating the Effectiveness of STEAM Education on Students' Conceptual Understanding of Force and Energy Topics," *Research in Science and Technological Education*, 2020, <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>.

<sup>86</sup> Sousa and Pilecki, *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*.

<sup>87</sup> Stagg, "Meeting Linnaeus: Improving Comprehension of Biological Classification and Attitudes to Plants Using Drama in Primary Science Education."

desain kreatif yang menjadi dasar teknik dan seni<sup>88</sup>. Dengan demikian, pendidikan STEAM memasukkan seni dan desain sebagai bagian penting dari proses pendidikan, sambil mempersiapkan siswa untuk abad kedua puluh satu di mana kreativitas ditekankan. Menggabungkan seni dan sains mendorong siswa untuk mempelajari setiap disiplin dan mengembangkan keterampilan seumur hidup dan perspektif kreatif yang diperlukan di luar kelas. Jadi, sebagai seni merangkul empat C (kreativitas, komunikasi, konvergensi, dan kepedulian) ke dalam pendidikan, STEAM mengintegrasikan keterampilan ini ke dalam pendidikan, dan memberikan kesempatan kepada guru dan siswa untuk terlibat dalam kesempatan belajar mengajar yang kompleks dan terintegrasi<sup>89</sup>.

STEAM dapat didefinisikan sebagai metode pengajaran antara dua atau lebih komponen STEAM atau antara komponen STEAM dan disiplin lain<sup>90</sup>. Adapun 5 ciri STEAM berdasarkan definisi yang dikemukakan oleh Torlakson (2014)<sup>91</sup>, yaitu: (1) ilmu yang merepresentasikan pengetahuan tentang hukum dan konsep yang berlaku di alam; (2) teknologi sebagai keterampilan, atau sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau desain serta menggunakan alat yang dibuat untuk memfasilitasi pekerjaan; (3) rekayasa sebagai pengetahuan untuk mengoperasikan atau merancang prosedur untuk memecahkan suatu masalah; dan (4) Seni yang meliputi estetika, ergonomi, sosiologi, psikologi, filsafat, dan pendidikan. Untuk lebih spesifik seni dapat menjadi bahasa seni, seni gerak/fisik, seni sosial dan seni rupa (5) Matematika sebagai ilmu yang menghubungkan skala, bilangan dan ruang yang hanya membutuhkan argumentasi logis tanpa atau disertai dengan bukti

---

<sup>88</sup> Jeong and Kim, "The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea."

<sup>89</sup> Stagg and Verde, "Story of a Seed: Educational Theatre Improves Students' Comprehension of Plant Reproduction and Attitudes to Plants in Primary Science Education," 2019.

<sup>90</sup> Tritiyatma Hadinugrahaningsih et al., *Keterampilan Abad 21 Dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Project Dalam Pembelajaran Kimia* (Jakarta: LPPM Universitas Negeri Jakarta, 2017).

<sup>91</sup> Jho, Hong, and Song, "An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective."

empiris. Hal ini dapat menjadikan semua aspek pengetahuan menjadi lebih bermakna bila diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran.

Pendidik STEAM mendukung mempersiapkan siswa untuk bergabung dengan dunia kerja mendidik mereka untuk menjadi pembelajar on-the-job yang adaptif, alih-alih hanya meminta mereka untuk memperoleh pengetahuan yang kaku. Sekolah telah mengembangkan kurikulum STEAM yang mendorong siswa untuk menerapkan pengetahuan mereka, berkolaborasi dengan orang lain, dan mempraktikkan keterampilan belajar mandiri, sehingga mereka dapat dengan cepat menanggapi sifat dinamis dari persyaratan pekerjaan dan masalah otentik yang mungkin mereka hadapi. Akibatnya, pendidik telah memasukkan masalah yang lebih otentik yang mungkin tidak memiliki jawaban yang "benar", karena kompleks. Namun, ketika bekerja dengan masalah otentik yang kompleks, pendidik STEAM mungkin berharap bahwa mereka dapat menunjukkan kepada siswanya bagaimana memanfaatkan analisis prediktif dan simulasi kombinasi alternatif variabel untuk memodelkan in-silico apa yang tidak dapat dengan mudah dicapai di dunia nyata.

### **C. Tahapan Penerapan Pembelajaran STEAM**

Salah satu metode pembelajaran yang dapat membantu siswa agar memiliki kreativitas berpikir, pemecahan masalah, dan interaksi serta membantu dalam penyelidikan yang mengarah pada penyelesaian masalah nyata adalah Project Based learning (PjBL) atau pembelajaran berbasis proyek<sup>92</sup>. Dalam pembelajaran berbasis proyek, yang dijadikan sebagai pusat proyeknya adalah inti kurikulum. Melalui proyek ini siswa akan mengalami dan belajar konsep-konsep. Pembelajaran berbasis proyek memfokuskan pada pertanyaan atau masalah yang mendorong menjalani konsep-konsep dan prinsip-prinsip. Proyek ini dapat dibangun di sekitar unit tematik atau gabungan topik-topik dari dua atau lebih. Proyek juga melibatkan siswa dalam investigasi konstruktif. Investigasi ini dapat berupa

---

<sup>92</sup> Hadinugrahaningsih et al., *Keterampilan Abad 21 Dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Project Dalam Pembelajaran Kimia*.

desain, pengambilan keputusan, penemuan masalah, pemecahan masalah, penemuan atau proses pembangunan model. Proyek mendorong siswa mendapatkan pengalaman belajar sampai pada tingkat yang signifikan.

Penerapan pendekatan STEAM juga mendorong siswa untuk memahami setiap komponen STEAM di dalam suatu pembelajaran. Penerapan pembelajaran ini dilakukan dengan memberikan suatu aktivitas pembelajaran yang terdiri dari beberapa proyek didalamnya dengan mengintegrasikan komponen-komponen STEAM, yaitu science menjelaskan tentang pengetahuan dimana dalam Pembelajaran ini yaitu mengenai pemahaman konsep materi, technology menjelaskan mengenai penggunaan teknologi terbaru yang memudahkan siswa dalam pelaksanaan aktivitas, engineering menjelaskan tentang teknik-teknik yang digunakan siswa selama penyelesaian proyek, arts yang akan memunculkan kreatifitas siswa dalam mendesain proyek dan mathematics yang merupakan rumus-rumus, perhitungan, ataupun bangun ruang yang digunakan siswa selama aktivitas pembelajaran.

Tahapan pendekatan pembelajaran STEAM yang terintegrasi di dalam pembelajaran berbasis proyek ini, diterapkan dengan mengacu pada tahapan pembelajaran pembelajaran berbasis proyek yang dikemukakan oleh Lucas (2005) dimana terdapat enam langkah pembelajaran. Tiap tahapan dalam pembelajaran berbasis proyek akan mendorong siswa untuk terus aktif dan berpikir untuk menyelesaikan proyek yang diberikan. Tahapan pembelajaran tersebut yaitu<sup>93</sup>:

1. Memulai dengan pertanyaan esensial

Pertanyaan esensial digunakan untuk memberikan gambaran tentang pengetahuan awal yang dimiliki siswa, pertanyaan esensial ini digunakan sebagai bahan eksplorasi guru tentang pemahaman konsep yang akan ditanamkan dengan melakukan tanya jawab di depan kelas.

---

<sup>93</sup> G Lucas, *George Lucas Educational Foundation*, Retrieved March, vol. 20, 2005.

## 2. Membuat Rencana Proyek

Siswa melakukan perencanaan proyek dengan mencari berbagai informasi tentang bagaimana cara penyelesaian proyek yang diberikan, mendiskusikan secara berkelompok tentang rancangan tahapan penyelesaian proyek, mencari informasi mengenai penyelesaian dan kendala-kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan proyek, waktu maksimal yang diperlukan dalam penyelesaian proyek dan desain proyek yang akan dikerjakan oleh siswa dengan mengintegrasikan komponen STEAM. Dalam membuat rencana proyek yang akan dijalankan, siswa dapat menggunakan beberapa sumber belajar sebagai fasilitas dalam perencanaan proyek dan memudahkan siswa mencari informasi selama pelaksanaan aktivitas pembelajaran.

## 3. Menyusun Jadwal

Dalam menyusun jadwal penyelesaian proyek, siswa harus diarahkan untuk membuat timeline jadwal agar mudah direncanakan. Siswa harus mampu menyelesaikan proyek dengan waktu yang telah disepakati. Siswa dapat mendiskusikan jadwal ini bersama kelompoknya. Timeline bertujuan untuk mengatur penjadwalan agar lebih mudah dan terarah sesuai dengan tahapan proyek yang telah disepakati.

## 4. Memonitoring siswa dan kemajuan proyek

Selama siswa bekerjasama untuk menyelesaikan proyek, guru memonitor kemajuan proyek yang siswa lakukan. Guru harus melihat kesesuaian waktu saat penyelesaian proyek. Monitoring aktivitas siswa selama proses pembelajaran dan melihat perkembangan proyek siswa dilakukan untuk mengetahui sejauh mana siswa dapat menyelesaikan proyek yang telah ditetapkan sesuai dengan timeline yang telah dibuat. Tahapan memonitoring siswa dan kemajuan proyek terdapat dalam pertemuan pertama hingga terakhir selama pembelajaran berbasis proyek masih berlangsung.

## 5. Menguji dan Menilai Hasil

Tahapan ini dilakukan dengan cara guru menguji dan mengevaluasi produk yang dihasilkan oleh siswa. Siswa menguji produk-produk yang telah diselesaikan dan penilaian terhadap produk yang telah dibuat oleh siswa. Pengujian dapat dilakukan dengan cara kelompok lain yang menguji atau setiap kelompok mengujinya sendiri. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek yang dijalankan oleh siswa.

## 6. Mengevaluasi Pengalaman

Tahap evaluasi pengalaman dilakukan oleh siswa dengan mengungkapkan perasaan dan pengalaman siswa selama menyelesaikan pembelajaran berbasis proyek. Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas pembelajaran dan hasil proyek yang telah dilaksanakan. Hal-hal yang direfleksikan adalah tentang kendala-kendala yang dialami dan solusi yang dapat dilakukan oleh siswa selama menyelesaikan proyek. Selain itu, guru juga dapat menanyakan keluhan, maupun suka duka serta perasaan siswa saat melakukan aktivitas pembelajaran.



**Gambar 16.** Langkah-langkah pengajaran dan pembelajaran STEAM.

Langkah merencanakan pembelajaran STEAM :

1. Mengidentifikasi KD dan menganalisis STEAM (lintas materi, dalam satu mapel dan/atau levih dari satu mapel) yang dapat dilaksanakan.
2. Menentukan topik yang sesuai dengan KD
3. Mengembangkan indikator pencapaian kompetensi (IPK)
4. Mengembangkan silabus
5. Mengembangkan RPP

Quigley,. Dkk (2017) mengembangkan model konseptual STEAM yang telah dikutip sebanyak 67 kali per february 2021 mencakup tujuh pendekatan instruksional yang membentuk lingkungan kelas. Ini termasuk pendekatan berbasis masalah, tugas otentik, solusi ganda, pilihan siswa, integrasi teknologi, fasilitasi guru, dan integrasi disiplin<sup>94</sup>.

1. Pendekatan berbasis masalah.

Komponen ini menjelaskan cara guru menyajikan materi dari berbagai disiplin ilmu atau area konten dengan cara yang relevan dengan dunia nyata.

2. Tugas otentik.

Setelah guru merancang masalah, mereka menyelaraskan tugas dan skenario dengan cara yang otentik. Misalnya, siswa meneliti bagaimana menyelesaikan soal tentang hewan baru untuk kandang kebun binatang yang kosong, siswa pergi ke kebun binatang untuk mengukur kandang dan kemudian membandingkan informasi tersebut dengan kebutuhan ruangan untuk berbagai hewan.

3. Berbagai solusi.

Komponen penting dari model ini adalah untuk mempromosikan berbagai solusi untuk memecahkan masalah,

---

<sup>94</sup> C F Quigley, D Herro, and F M Jamil, "Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices," *School Science and Mathematics* 117, no. 1–2 (2017): 1–12.



menghindari pengistimewaan salah satu cara untuk mengetahui atau melakukan. Jika masalahnya memang di situasi dunia nyata, akan ada banyak cara untuk menyelesaikannya. Ketika siswa diizinkan untuk mengejar cara berbeda untuk memecahkan masalah, ini memastikan berbagai kemampuan dihargai dalam memecahkan masalah, yang meningkatkan siapa yang berpartisipasi dan cara untuk menunjukkan pengetahuan mereka.

#### 4. Pilihan siswa.

Demikian pula, pilihan siswa turut memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengekspresikan diri dalam berbagai cara. Untuk menciptakan konteks pembelajaran, dapat difokuskan pada cara ekspresi yang berbeda ini dengan menciptakan lingkungan yang didukung minat di mana peserta didik dapat menyumbangkan keahlian, ide, dan pertanyaan yang berkaitan dengan sesuatu yang secara pribadi memuaskan mereka.

#### 5. Integrasi teknologi.

Integrasi teknologi merupakan komponen penting dari STEAM. Pengubahan fokus dari mempelajari teknik “cara” menggunakan teknologi menjadi meningkatkan pembelajaran siswa melalui teknologi.

#### 6. Fasilitasi guru.

Ketika guru menganggap tujuan pendidikan STEAM sebagai cara untuk menciptakan lingkungan di mana siswa akan bekerja sama, ini menggeser pembelajaran dari berpusat pada guru menjadi lebih berpusat pada siswa. Alasan pergeseran ini adalah untuk mendukung siswa dalam memecahkan masalah kaya inkuiri.

#### 7. Integrasi disiplin.

Integrasi disiplin adalah cara guru menghubungkan berbagai disiplin ilmu atau area konten melalui unit berbasis masalah. Sementara model tersebut mengemukakan tujuan STEAM sebagai transdisipliner, model ini juga melihat pada berbagai tingkat

integrasi disiplin (satu area konten atau disiplin, banyak disiplin, interdisipliner, dan transdisipliner).

## **D. Skenario Pembelajaran Pengembangan Pedagogi STEAM**

### **1. Menanam kangkung**

Yuli Rahmawati., dkk (2019)<sup>95</sup> merumuskan pendekatan STEAM yang diintegrasikan melalui pembelajaran tanaman hidroponik berbasis proyek telah membantu siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dengan bekerja dalam kurun waktu tertentu. Dalam proyek tersebut, siswa telah mengintegrasikan konsep STEAM (gambar 16). Dalam ilmu pengetahuan harus mencari pH yang cocok untuk tumbuh kembang Kangkung yang berkaitan dengan konsep asam basa. Di bidang teknologi, teknik, dan matematika, siswa mengembangkan dan merancang struktur pot hidroponik untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, termasuk menggunakan aerator. Kemudian di bidang seni, siswa terlibat dalam pembuatan struktur estetika tanaman hidroponik.



**Gambar 17.** Proyek STEAM Hidroponik<sup>96</sup>.

### **2. Membuat Kapal uap**

Proyek lain dari Yuli Rahmawati., dkk (2020)<sup>97</sup> Proyek dimulai dengan pengenalan materi termokimia kepada siswa.

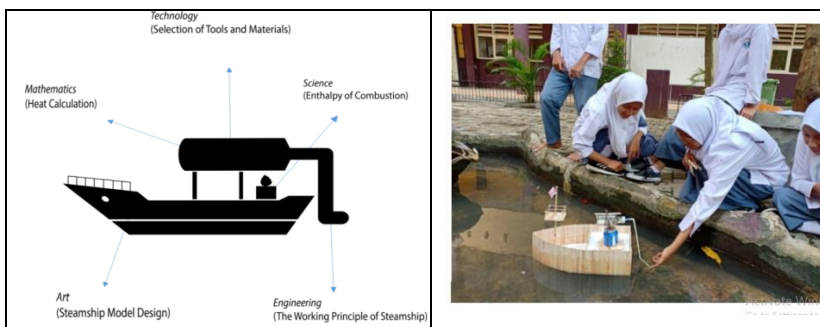
---

<sup>95</sup> Y Rahmawati et al., “Developing Critical and Creative Thinking Skills through STEAM Integration in Chemistry Learning,” in *1st International Conference of Chemistry 2018, ICCHEM 2018*, ed. Suwardi et al., vol. 1156 (Chemistry Education Study Program, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun Muka Street, Jakarta, Indonesia: Institute of Physics Publishing, 2019), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>.

<sup>96</sup> Ibid.

Pengetahuan awal tentang termokimia ini berguna sebagai suplemen untuk pengetahuan awal siswa dalam mengembangkan proyek. Setelah siswa diperkenalkan dengan materi termokimia, mereka diperkenalkan dengan konsep STEAM dimana guru memperkenalkan Sains, Teknologi, Teknik, Seni dan Matematika ke dalam proyek tersebut. Ilmu terkait dengan topik termokimia. Teknologi berarti para siswa harus menggunakan teknologi dalam membuat kapal uap. Teknik berarti mahasiswa harus mengetahui prinsip kerja kapal uap. Seni berkaitan dengan bagaimana siswa merancang proyek dan Matematika terkait dengan penerapan keterampilan matematika yang dibutuhkan untuk pembuatan kapal uap. Guru memperkenalkan model kapal uap, dan batasan bahan bakar kapal uap, dan menghubungkan konsep kimia untuk meningkatkan kefasihan berpikir siswa.

Guru kemudian mengelompokkan siswa dan menginstruksikan mereka untuk membagi tugas di antara semua anggota kelompok untuk menentukan tanggung jawab, seperti mengumpulkan dan memilah informasi jaringan, mengumpulkan bahan dan membuat gambar desain, untuk membantu memelihara fleksibilitas pemikiran mereka



**Gambar 18.** Proyek Steamship<sup>98</sup>.

<sup>97</sup> Y Rahmawati, S F Ramadhani, and Afrizal, "Developing Students' Critical Thinking: A Steam Project for Chemistry Learning," *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 1 (2020): 72–82, <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080108>.

<sup>98</sup> Ibid.

### 3. Penerapan STEAM pada Proyek Aquarium Ikan Mas

Dalam bukunya Tritiyatma, dkk (2017)<sup>99</sup> membuat skenario pembelajaran dengan pendekatan STEAM pengujian daya tahan makhluk hidup yaitu ikan mas yang dipengaruhi oleh pH larutan, dimana dalam aktivitas tersebut terdiri dari beberapa proyek. Pemberian beberapa proyek pada pembelajaran akan dapat mengetahui perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa yang dapat diamati selama proses pelaksanaan aktivitas pembelajaran. Setiap pelaksanaan Pembelajaran dilakukan pengamatan-pengamatan yang kemudian dicatat pada lembar observasi oleh dua orang Guru.

Tahapan pembelajaran tersebut yaitu:

- 1) Memulai dengan pertanyaan esensial

Proses pembelajaran diawali dengan Guru menyampaikan kompetensi dasar materi Asam dan Basa, menyampaikan aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan, penjelasan produk yang akan dibuat dan dihubungkan dengan setiap komponen dari pendekatan STEAM. Pertanyaan esensial yang dimaksud dalam Pembelajaran ini adalah pertanyaan yang akan memberikan penugasan kepada siswa.

Tahapan pertanyaan esensial ini terjadi pada pertemuan pertama, kedua dan ketiga. Hal tersebut ditunjukkan dengan dialog antara siswa dan Guru yang terjadi pada pertemuan pertama. Dialog yang terjadi saat proses pembelajaran dapat menstimulus rasa ingin tahu siswa terhadap suatu kejadian-kejadian dalam kehidupan sehari-hari dan membangun kemampuan berpikir kritis. Berdasarkan reflektif jurnal di atas menunjukkan bahwa siswa sangat antusias dalam proses pembelajaran dengan pendekatan STEAM, karena dengan pendekatan ini membuat siswa lebih tertantang untuk menyelesaikan proyek-proyek yang diberikan guru.

---

<sup>99</sup> Hadinugrahaningsih et al., *Keterampilan Abad 21 Dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Project Dalam Pembelajaran Kimia*.

## 2) Membuat Rencana Proyek

Tahapan ini Guru menginformasikan kepada siswa aktivitas yang akan dilakukan selama tiga kali pertemuan. Aktivitas pembelajaran yang akan dilaksanakan selama tiga kali pertemuan adalah pengujian daya tahan makhluk hidup terhadap pengaruh asam dan basa, dalam aktivitas pembelajaran tersebut terdapat beberapa proyek yang harus diselesaikan oleh siswa yaitu pembuatan akuarium, pembuatan larutan dengan beberapa pH tertentu, pengujian daya tahan hidup ikan mas yang dipengaruhi oleh larutan dengan pH tertentu, pembuatan indikator alami, menghias akuarium dan membuat bahan presentasi. Aktivitas dalam perencanaan proyek dilakukan pada pertemuan pertama, kedua dan ketiga.

## 3) Menyusun Jadwal

Tahapan menyusun jadwal diawali dengan membuat timeline. Berdasarkan aktivitas pengujian daya tahan ikan terhadap pengaruh asam dan basa, siswa membuat timeline pertemuan pertama hingga ketiga yang berisi tentang proyek-proyek yang akan dikerjakan. Berdasarkan timeline yang telah disepakati oleh siswa, pada pertemuan pertama proyek yang dilakukan adalah pembuatan akuarium, dan melakukan aklimasi terhadap ikan mas. Pertemuan kedua yaitu pembuatan larutan dengan beberapa pH tertentu yaitu pH 3, 5, 7, 9, 11 dan 12, mengujikan ikan dengan cara memasukkan ikan ke dalam masing-masing akuarium yang telah memiliki pH larutan yang berbeda-beda, membuat indikator alami dengan kol ungu dan mengujikannya dengan larutan yang bersifat asam atau basa dan menghias akuarium, sedangkan pada pertemuan ketiga siswa melakukan presentasi mengenai hasil pengamatan terhadap daya tahan hidup ikan mas dalam larutan yang memiliki pH tertentu.

## 4) Memonitoring siswa dan kemajuan proyek

Tahapan memonitoring siswa dan kemajuan proyek terdapat dalam pertemuan pertama hingga ketiga selama proses Pembelajaran.

5) Menguji dan Menilai Hasil

Pengujian produk yang dilakukan siswa pada pertemuan pertama adalah menguji kebocoran dan kesesuaian letak kaca akuarium yang telah dibuat siswa. Pertemuan kedua pengujian larutan indikator alami yang telah dibuat siswa dengan larutan yang bersifat asam dan basa dan pengujian daya tahan hidup ikan mas yang dipengaruhi oleh larutan dengan pH tertentu. Saat melakukan pengujian terhadap ikan mas di dalam larutan dengan pH tertentu didapatkan data pengamatan ikan yang mampu bertahan hidup

6) Mengevaluasi Pengalaman

Tahapan evaluasi pengalaman dilakukan oleh siswa dengan mengungkapkan perasaan dan pengalaman siswa selama menyelesaikan proyek. Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas pembelajaran dan hasil proyek yang telah dilaksanakan. Pendekatan STEAM yang terintegrasi dalam pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan semangat belajar siswa dan melalui pembelajaran berbasis proyek siswa tidak hanya memiliki pengetahuan, tetapi siswa lebih difokuskan pada penerapan pengetahuan daripada menghafal, siswa dilatih untuk bekerjasama dalam kelompok, tumbuh dan beradaptasi terhadap perubahan dan memberikan solusi untuk masalah-masalah yang dihadapi.

Pembelajaran dengan pendekatan STEAM mendorong siswa untuk terampil menggunakan teknologi. Teknologi merupakan alat yang membantu pekerjaan manusia. Dalam pembelajaran model ini siswa dapat memahami karakteristik dan dapat menyebutkan salah satu sifat asam yang didapatkan dari pengalaman yang nyata. Siswa mampu berpikir kritis berdasarkan aktivitas yang dilakukan. Siswa juga mampu menggunakan, memahami teknologi dan mengaitkannya dengan materi larutan asam dan basa. Integrasi teknologi dapat membantu siswa memvisualisasikan hasil dari berbagai asumsi dan membandingkan prediksi. Penggunaan teknologi dapat

membuat siswa terampil menggunakannya. Pembelajaran dengan pendekatan STEAM menggunakan aktivitas secara nyata juga menjadikan siswa dapat memecahkan masalah. Dengan pembelajaran pendekatan STEAM, siswa dapat mengidentifikasi masalah yang terjadi dalam produk yang dibuat. Masalah tersebut membuat siswa menjadi berpikir kritis atas perbedaan produk yang dihasilkan kelompok lain. Guru selama observasi menilai siswa mampu menemukan masalah dari proyek yang diberikan, melalui presentasi juga terjadi transfer pengetahuan antar kelompok yang mendapatkan bahan-bahan larutan asam dan basa yang berbeda dalam membuat produk.



Gambar 19. Proyek Aquarium Ikan Mas <sup>100</sup>.

#### 4. Kerangka Teoritis untuk Mengembangkan Program STEAM Antarbudaya untuk Siswa Australia dan Korea

<sup>100</sup> Ibid.

**Tabel 1.** Kegiatan dalam Program STEAM Antarbudaya untuk Siswa Australia dan Korea<sup>101</sup>

| Science Content                           | Objek   | Komponen antar budaya dan seni  | Peserta  |
|---|---|---|--|
| Ilmu bumi<br>Perubahan musim              | Siswa akan belajar tentang perubahan musim di lokasi geografis masing-masing, belajar tentang matahari, bumi, dan porosnya yang menyebabkan perbedaan musim.  | Siswa akan belajar menghargai karya seni, yang menggambarkan perubahan musim di negara mereka. Berbagi temuan mereka tentang musim membantu mereka membentuk pertanyaan tentang perbedaan iklim di kedua negara.<br><br>- Siswa akan membuat dua model perubahan musim, mewakili pra dan pasca-perkembangan posisi Bumi relatif terhadap matahari. Siswa kemudian akan membandingkan belahan utara dan selatan, menekankan perbedaan budaya yang diamati di Australia dan Korea | Sekolah Dasar Tahun 5–6, Sekolah Menengah Tahun 7–8  |
| Fisika<br>Cahaya                          | Siswa akan belajar tentang cahaya, pantulan cahaya, warna cahaya, dan hubungannya dengan matematika yang dapat menciptakan berbagai jenis seni media.         | Siswa akan menciptakan seni media yang mencerminkan budaya pribadi mereka yang beragam.   | Sekolah Dasar Tahun 5–6, Sekolah Menengah Tahun 9–10 |
| Astronomi<br>Matahari, bulan, dan bintang | Siswa akan belajar tentang perbedaan fase bulan (belahan utara dan selatan), ketinggian matahari, dan bentuk konstelasi yang berbeda karena lokasi geografis. | Siswa akan belajar tentang cerita langit Aborigin dan Kepulauan Selat Torres, serta membuat cerita langit non-fiksi atau fiksi mereka sendiri untuk dibagikan dengan siswa di Korea.  | Sekolah Menengah Tahun 7–8                           |
| Biologi<br>Ekosistem<br>Lahan Basah       | Siswa akan belajar tentang ekosistem mangrove wetland dan membandingkannya dengan wetlands di Korea.  | Faktor lingkungan yang ditemukan di setiap negara mempengaruhi lahan basah (bahan kimia regional, jenis makanan, racun lingkungan). Siswa menulis artikel / membuat seni media untuk mempromosikan konservasi lahan basah di komunitas / negara mereka.   | Sekolah Menengah Tahun 7–10                          |

<sup>101</sup> H.-E. Chu, S N Martin, and J Park, “A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning,” *International Journal of Science and Mathematics Education* 17, no. 7 (2019): 1251–66, <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>.



## 5. Pertunjukan Seni Bela diri Aikido untuk Pemahaman Konsep

Aikido adalah seni bela diri Jepang yang tidak mengandalkan kekuatan dan otot tubuh, melainkan pada pergerakan seluruh tubuh di bagian/lokasi terlemah musuh, sehingga musuh terpaksa bergerak karena kekuatan dan momentumnya sendiri. mengarahkan kekuatannya menggunakan teknik tertentu dengan pergeseran berat badan dan mengubah pusat gravitasi. Santos and A Corbi (2019)<sup>102</sup> melakukan penelitian apakah dengan mempertunjukan gerakan seni bela diri aikido dapat membantu siswa memahami konsep fisika. Konsep yang disusun adalah:

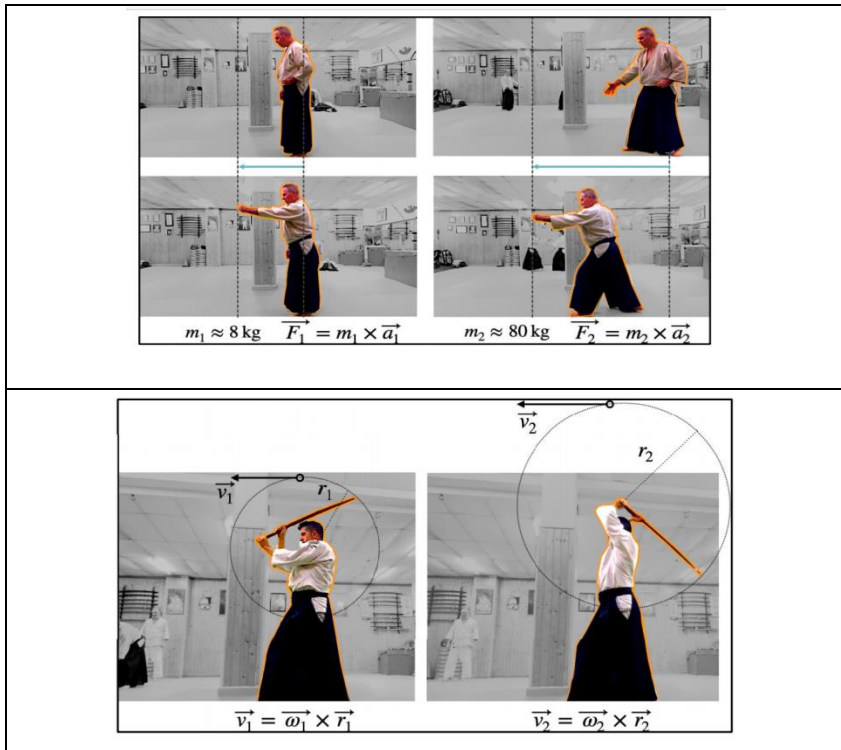
- 1)  $F = m \cdot a$  , yang ditunjukkan dengan pukulan chudan tsuki
- 2)  $L = I \omega$  , kecepatan tangensial sama dengan kecepatan sudut dikalikan jari-jari, yang ditunjukkan dengan serangan shomen dengan bokken, i, e., ichi no suburi
- 3)  $\tau = F \times l$  , torsi sama gaya dikalikan jarak tegak lurus garis gaya dari sumbu rotasi, yang ditunjukkan dengan teknik kote gaeshi setelah serangan chudan tsuki
- 4)  $\mathbf{v} = \omega \mathbf{R}$  , momentum sudut sama dengan momen inersia kali kecepatan sudut dan kekal saat tidak ada gaya eksternal yang diterapkan, yang ditunjukkan saat berputar 180° (putar balik) saat berjalan dengan lutut, yaitu suwari waza tai Sabaki shikko ho, atau irimi tekan shikko

Seperti yang telah dijelaskan, untuk menganalisis apakah menonton teknik ini berdampak pada pemahaman konsep fisika, tes pra dan pasca dilakukan. Mereka harus diisi dalam waktu 2 menit tujuannya adalah untuk mengevaluasi pemahaman konsep fisika yang dikerjakan. Dengan batasan ini, 6 pertanyaan disiapkan dan muncul

---

<sup>102</sup> O C Santos and A Corbi, "Can Aikido Help with the Comprehension of Physics? A First Step towards the Design of Intelligent Psychomotor Systems for STEAM Kinesthetic Learning Scenarios," *IEEE Access* 7 (2019): 176458–69, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2957947>.

baik dalam tes awal maupun tes akhir. Empat di antaranya sesuai dengan ide yang dianalisis dalam studi pengguna, dan dua lainnya tidak ada hubungannya dengan studi pengguna. Dua pertanyaan ini kemudian dimasukkan sebagai pertanyaan kontrol, untuk mengidentifikasi apakah menanyakan pertanyaan yang sama dua kali mempengaruhi kebenaran jawaban. Kuesioner disajikan dalam satu lembar, dengan pre-test dalam satu halaman dan post-test di belakangnya. Latar belakang setiap halaman dibayangi dengan warna berbeda, sehingga mudah mengenali sisi mana yang terlihat. Dengan cara ini, peneliti dapat memastikan bahwa peserta tidak membalik halaman sampai mereka diminta untuk mengisi post-test. Mereka juga mengontrol bahwa respon tidak berubah dalam pre-test saat peserta menonton teknik Aikido.



**Gambar 20.** Pertunjukan Seni Bela diri Aikido untuk pemahaman konsep fisika<sup>103</sup>

<sup>103</sup> Ibid.

## E. Model di Pendidikan Tinggi dan Industri

Percakapan dengan para pemimpin industri membahas karakteristik yang mereka ingin ditanamkan pada siswa menunjukkan bahwa mereka mencari orang yang berpikir di luar kotak (*out of the box*), bekerja dalam tim dengan orang-orang dengan keahlian yang beragam, dan mendekati masalah baik secara divergen maupun konvergen. Saat hasil pembelajaran spesifik dikembangkan, percakapan lebih lanjut dengan para pemimpin industri akan dilaksanakan. Ada pula gerakan yang mendorong legislator untuk mendukung kesenian karena perannya dalam mendorong inovasi. Baru-baru ini pembekalan oleh sejumlah organisasi seni membahas integrasi pendidikan seni dengan STEM untuk merangsang kreativitas siswa di K-12<sup>104</sup>.

Sejumlah program diprakarsai oleh sekolah seni dan desain untuk menunjukkan bagaimana kurikulum mereka dapat bermanfaat bagi sains. Sekolah Desain Rhode Island menyebutkan STEM hingga STEAM dengan studi bermitra, pemecahan masalah kelompok terstruktur, dan penggunaan program pendidikan internasional yang sudah baik. Sekolah Tinggi Seni Institut Maryland memiliki Area Fokus Penelitian Pascasarjana STEAM, dan pendidikan informal terintegrasi untuk seni dan STEM, bersama dengan pusat praktik desain, pemikiran desain, dan pendidikan seni. Lembaga lain fokus pada kreativitas di bidang tertentu seperti bisnis atau teknik. Bryant College di Rhode Island membahas pemecahan masalah yang kreatif, kerja tim, dan proses inovasi dalam inti dengan fokus pada bisnis global, bersama dengan studi wajib di luar negeri. Institut Politeknik Rensselaer menawarkan program dalam seni elektronik, permainan dan seni simulasi dan sains, serta desain, inovasi, dan masyarakat, dengan diskusi eksplisit tentang proyek STEM hingga STEAM dan pusat seni pertunjukan yang dirancang untuk mendukung pengembangan dan tampilan seni teknis. Yang lain fokus pada aplikasi interdisipliner seni dan sains yang lebih luas untuk fokus pada pemecahan masalah. Oklahoma State University memiliki Institut

---

<sup>104</sup> A Steele and E L Ashworth, "Emotionality and STEAM Integrations in Teacher Education," *Journal of Teaching and Learning* 11, no. 2 (2018): 11–25.

Kreativitas dan Inovasi, yang mengoordinasikan lokakarya pemecahan masalah, dan kontes untuk solusi inovatif dan kreatif untuk berbagai masalah<sup>105</sup>.

## **F. VOSviewer**

VOSviewer adalah program yang dikembangkan untuk membuat dan melihat peta bibliometrik. Program ini tersedia secara gratis untuk komunitas penelitian bibliometrik (lihat [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)). VOSviewer dapat digunakan untuk membuat peta penulis atau jurnal berdasarkan data co-citation atau membuat peta kata kunci berdasarkan data co-kejadian. Program ini menawarkan penampil yang memungkinkan peta bibliometrik diperiksa secara lengkap.

VOSViewer merupakan sebuah program komputer yang dapat dikembangkan untuk membangun dan melihat peta bibliometrik. Menawarkan fungsi text-mining yang dapat digunakan untuk membangun dan memvisualisasikan jaringan/hubungan (correlation) dalam suatu pengutipan suatu artikel/terbitan. Peta publikasi ditampilkan dengan berbagai cara dan fungsi, seperti pemetaan sistem zoom, scrolling, dan searching, sehingga dapat memetakan artikel/publikasi lebih rinci. VOSViewer dapat menyajikan dan merepresentasikan informasi khusus tentang peta grafi s bibliometrik. Melalui VOSViewer kita dapat menampilkan peta bibliometrik besar dengan cara yang mudah untuk menafsirkan suatu hubungan.

VOSviewer dapat menampilkan peta dengan berbagai cara, masing-masing menekankan aspek peta yang berbeda. Ini memiliki fungsi untuk memperbesar, menggulir, dan mencari, yang memfasilitasi pemeriksaan peta secara rinci.

---

<sup>105</sup> Anjar Putro Utomo et al., "The Effectiveness of Steam-Based Biotechnology Module Equipped with Flash Animation for Biology Learning in High School," *International Journal of Instruction* 13, no. 2 (2020): 463–76, <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13232a>.

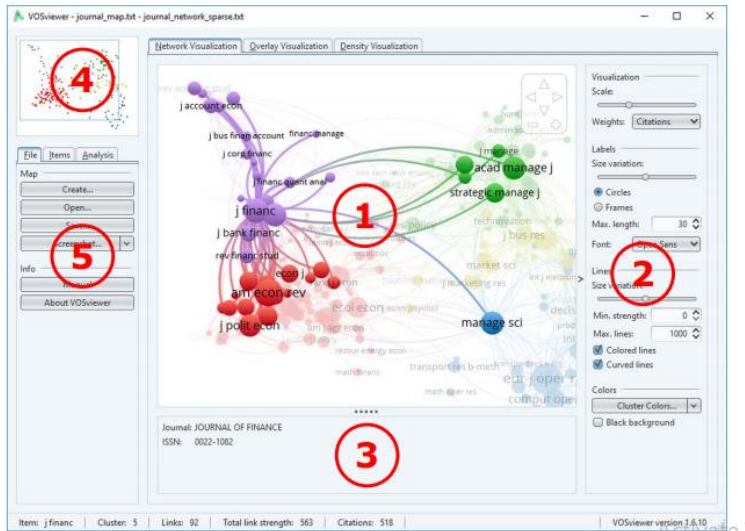


**Gambar 21.** Tampilan awal VOSviewer

Jendela utama VOSviewer ditunjukkan pada Gambar 22. Ini terdiri dari lima panel berikut:

- Panel utama. Panel ini menampilkan visualisasi peta yang sedang aktif. Fungsionalitas zoom dan scroll dapat digunakan untuk menjelajahi peta secara detail.
- Panel opsi. Panel ini dapat digunakan untuk melakukan penyesuaian terhadap visualisasi peta yang sedang aktif yang disajikan di panel utama.
- Panel informasi. Panel ini menyajikan deskripsi item di peta yang sedang aktif.
- Panel ikhtisar. Panel ini menyajikan gambaran dari peta yang sedang aktif. Bingkai persegi panjang menunjukkan area di peta yang ditampilkan di panel utama.
- Panel tindakan. Panel ini dapat digunakan untuk melakukan berbagai jenis tindakan, seperti membuat peta baru, membuka atau menyimpan peta yang ada, membuat tangkapan layar, dan memperbarui tata letak atau pengelompokan peta.

VOSviewer menyediakan tiga visualisasi, disebut sebagai visualisasi jaringan, visualisasi overlay, dan visualisasi kepadatan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1, tab Visualisasi Jaringan, Visualisasi Overlay, dan Visualisasi Densitas di jendela utama VOSviewer dapat digunakan untuk beralih di antara visualisasi.



**Gambar 22.** Jendela utama VOSviewer

## 1. Panel Utama

Seperti dapat dilihat pada Gambar 22, panel utama menyajikan visualisasi peta yang sedang aktif. Fungsionalitas zoom dan scroll dapat digunakan untuk menentukan area di peta yang ditampilkan di panel utama. Tiga visualisasi tersedia di panel utama: Visualisasi jaringan, visualisasi overlay, dan visualisasi kepadatan.

## 2. Tools Panel Ops

### • Labels

- **Size.** Slider ini menentukan ukuran font yang digunakan untuk menampilkan label item di panel utama.
- **Size variation.** Semakin tinggi bobot suatu item, semakin besar label item tersebut dalam visualisasi peta yang sedang aktif. Penggeser variasi ukuran menentukan kekuatan efek ini.

- **Max. Length.** Kotak teks ini menentukan panjang maksimum label yang ditampilkan dalam visualisasi peta yang sedang aktif
- **Font** Daftar drop-down ini menentukan font yang digunakan untuk menampilkan label item dalam visualisasi peta yang sedang aktif. Ketersediaan font dalam daftar drop-down Font bergantung pada penggunaan karakter CJKV (China, Jepang, Korea, dan Vietnam) dalam label item. Jika label item tidak menyertakan karakter CJKV, sejumlah font tersedia, dengan font Open Sans dipilih secara default. Jika label item menyertakan karakter CJKV, hanya font SansSerif yang tersedia. Font SansSerif memastikan bahwa karakter CJKV ditampilkan dengan benar.

- **Lines.**

- **No. Of lines.** Kotak teks Jumlah baris menentukan jumlah baris maksimum yang akan ditampilkan. Jika jumlah link di jaringan melebihi jumlah baris maksimum yang akan ditampilkan, baris hanya ditampilkan untuk link terkuat.
- **Without normalization and with normalization.** Tombol ini menentukan cara untuk memilih tautan terkuat dalam jaringan. Jika tombol Tanpa normalisasi dipilih, tautan dengan kekuatan tautan tertinggi yang tidak dinormalisasi dipilih. Jika tombol Dengan normalisasi dipilih, link dengan kekuatan link normalisasi tertinggi akan dipilih.

- **Visualization.**

- **Circles dan frames,** Tombol ini menentukan bagaimana item direpresentasikan dalam visualisasi peta yang sedang aktif. Jika tombol circles dipilih, item diwakili oleh labelnya dan oleh lingkaran. Jika tombol frames dipilih, item diwakili oleh labelnya yang ditampilkan dalam bingkai persegi panjang.

- **Colors**

- **Score colors. Cluster colors. No colors**

Tombol ini menentukan cara item diwarnai pada panel utama dan panel tinjauan. Jika tombol **Score colors** dipilih, item diwarnai berdasarkan skornya. Jika tombol **Cluster colors** dipilih, item diwarnai berdasarkan cluster tempat item tersebut berada. Jika **No colors** dipilih, semua item diwarnai abu-abu.

- **Black background**

Kotak centang ini menentukan apakah panel utama memiliki warna latar belakang hitam atau putih

- **Min./max scores.**

Tombol ini hanya tersedia jika tombol **Score colors** dipilih. Kotak dialog ini dapat digunakan untuk mengubah skor minimum dan maksimum yang menentukan bagaimana skor dipetakan ke warna. Secara default, skor yang kurang dari atau sama dengan skor minimum dipetakan ke biru, skor yang sama dengan rata-rata minimum dan skor maksimum dipetakan ke hijau, dan skor yang lebih besar dari atau sama dengan skor maksimum dipetakan ke warna merah.

### 3. **Panel Informasi**

Panel informasi menyajikan deskripsi item di peta yang sedang aktif. Ketika penunjuk mouse digerakkan ke sebuah item di panel utama, deskripsi dari item tersebut ditampilkan di panel informasi.



#### 4. Panel ikhtisar

Panel ikhtisar menyajikan gambaran umum dari peta yang sedang aktif. Setiap item di peta diwakili oleh titik kecil berwarna. Bingkai persegi panjang ditampilkan di panel ikhtisar untuk menunjukkan area di peta yang sedang aktif yang ditampilkan di panel utama. Dengan mengklik kiri di panel ikhtisar, dimungkinkan untuk pindah ke area yang berbeda di peta yang sedang aktif. Area baru ini kemudian ditampilkan di panel utama.

#### 5. Panel tindakan

Panel tindakan dapat digunakan untuk melakukan berbagai jenis tindakan. Panel terdiri dari tiga tab: The Mengajukan tab, itu Item tab, dan Analisis tab.

##### 1) Tab tindakan

- **Map**

- **Create.** Gunakan tombol ini untuk membuat peta baru. Tombol ini menampilkan wizard Buat Peta. Ada tiga cara untuk membuat peta baru menggunakan wizard ini:

- **Membuat peta berdasarkan jaringan.** Opsi ini membutuhkan matriks jaringan. Matriks ini menunjukkan pasangan item mana dalam jaringan yang ditautkan satu sama lain, dan untuk setiap pasangan item tertaut ini menunjukkan kekuatan tautannya. Matriks dapat dibaca dari file jaringan. Selain file jaringan, file peta juga dapat disediakan. File peta, misalnya, berisi label dan deskripsi item. file peta dan file jaringan, juga dimungkinkan untuk menggunakan file Pajak atau file GML.
- **Membuat peta berdasarkan data bibliografi.** Opsi ini membutuhkan data bibliografi. Data dapat dibaca dari file Web of Science, Scopus, atau

PubMed. Dengan menggunakan opsi ini, dimungkinkan untuk membuat peta publikasi ilmiah, jurnal ilmiah, peneliti, atau organisasi penelitian berdasarkan hubungan kopling bibliografi (yaitu, beberapa item yang mengutip publikasi yang sama), hubungan co-citation (yaitu, beberapa item yang dikutip oleh publikasi yang sama), atau hubungan penulisan bersama (yaitu, beberapa item menulis bersama publikasi yang sama).

- **Membuat peta berdasarkan korpus teks.**

Opsi ini membutuhkan korpus teks. File korpus adalah file teks yang berisi teks dari suatu dokumen pada setiap baris. Menggunakan teknik pemrosesan bahasa alami, VOSviewer mengekstrak istilah dari file korpus, di mana istilah didefinisikan sebagai urutan kata benda dan kata sifat (diakhiri dengan kata benda). Berdasarkan istilah yang diekstrak, VOSviewer membuat peta istilah. Secara umum, semakin kecil jarak antara dua suku, semakin besar jumlah kemunculan bersama suku-suku tersebut. Dua istilah dikatakan muncul bersamaan jika keduanya muncul pada baris yang sama dalam file korpus.

- **Open.** Gunakan tombol ini untuk membuka peta yang ada. Tombol tersebut menampilkan kotak dialog Open Map. Data peta dapat dibaca dari file peta. File peta harus berisi koordinat item. File juga dapat berisi, misalnya, label, deskripsi, bobot, skor, dan nomor cluster item. Selain file peta, file jaringan juga dapat disediakan. File jaringan berisi matriks ketetanggaan jaringan. Berdasarkan matriks ini, garis-garis antar item dalam peta dapat ditampilkan.

- **Save.**
  - **Save map.** Opsi ini adalah pilihan default. Pilih opsi ini untuk menyimpan peta yang sedang aktif dalam file peta.
  - **Save network.** Opsi ini hanya dapat dipilih jika matriks jaringan tersedia. Pilih opsi ini untuk menyimpan matriks dalam file jaringan.
  - **Save normalized network.** Opsi ini hanya dapat dipilih jika matriks jaringan tersedia. Pilih opsi ini untuk menyimpan matriks kedekatan yang dinormalisasi dalam file jaringan.
- **Print.** Gunakan tombol ini untuk mencetak tangkapan layar dari panel utama.
- **Screenshot.**
  - **Save to file.** Opsi ini adalah pilihan default. Pilih opsi ini untuk menyimpan tangkapan layar dari panel utama. Tangkapan layar menyerupai panel utama semirip mungkin.
  - **Copy to clipboard.** Pilih opsi ini untuk menyalin screenshot dari panel utama ke clipboard. Tangkapan layar misalnya dapat disisipkan ke dokumen Word atau presentasi PowerPoint.
  - **Screenshot options.** Pilih opsi ini untuk memunculkan kotak dialog Opsi Screenshot. Kotak dialog ini dapat digunakan untuk mengubah beberapa pengaturan terkait tangkapan layar dari VOSviewer. Daftar drop-down Scaling menentukan resolusi (yaitu, jumlah piksel) dari sebuah screenshot.

Resolusi dihitung relatif terhadap resolusi panel utama. Menggunakan skala 100%, tangkapan layar memiliki resolusi yang sama dengan panel utama. Menggunakan skala default 200%, tangkapan layar memiliki resolusi yang dua kali lebih tinggi (yaitu, dua kali lebih banyak piksel secara horizontal dan vertikal) dari resolusi panel utama. Daftar drop-down Scaling tidak berpengaruh pada tangkapan layar yang disimpan dalam format file yang menggunakan grafik vektor.

- **Info**

- **Manual.** Gunakan tombol ini untuk membuka manual VOSviewer. Ini membutuhkan koneksi internet.
- **About VOSviewer.** Tombol ini menampilkan kotak dialog About VOSviewer. Kotak dialog ini menyediakan beberapa informasi umum tentang VOSviewer, seperti nomor versi, pemberitahuan hak cipta, teks lisensi, alamat situs web VOSviewer, dan daftar pustaka perangkat lunak yang digunakan oleh VOSviewer.
- **Update VOSviewer.** Tombol ini hanya tersedia jika versi baru VOSviewer tersedia. Gunakan tombol ini untuk membuka situs web VOSviewer. Versi baru VOSviewer kemudian dapat diunduh dari situs web.

## 2) Items tab

Tab Item menyediakan daftar item di peta yang sedang aktif. Secara default, daftar semua item di peta disediakan. Namun, filter dapat digunakan untuk membatasi daftar menjadi subset item di peta. Untuk melakukannya, masukkan string filter di kotak teks Filter. Ini menghasilkan daftar semua item yang

labelnya berisi string filter. Dengan mengklik dua kali pada item di tab Item, item tersebut ditampilkan di panel utama.

### 3) Map tab

- **Parameters**

- **Mapping attraction dan mapping repulsion.** Parameter ini mempengaruhi cara item ditempatkan di peta dengan teknik pemetaan VOS.

- **Clustering resolution.** Parameter ini menentukan tingkat detail yang disediakan oleh teknik pengelompokan VOS. Parameter harus memiliki nilai nonnegatif. Semakin besar nilai parameternya, semakin besar jumlah cluster yang akan didapat.

- **Min. Cluster size.** Parameter ini menentukan ukuran cluster minimum yang digunakan oleh teknik clustering VOS. Setiap cluster yang dihasilkan oleh teknik pengelompokan VOS harus terdiri dari jumlah minimum item yang ditentukan oleh parameter ini. Min. parameter ukuran cluster dapat berguna untuk menyederhanakan solusi clustering yang diperoleh dari teknik clustering VOS dengan menyingkirkan cluster kecil dan tidak menarik.

- **Advanced parameters.** Tombol ini menampilkan kotak dialog Parameter Lanjutan. Kotak dialog ini dapat digunakan untuk mengubah sejumlah parameter lanjutan dari pemetaan VOS dan teknik pengelompokan.

- **Run**

Tombol Run hanya tersedia setelah peta baru dibuat (menggunakan tombol Buat pada tab Tindakan di panel tindakan). Tombol tersebut dapat digunakan untuk menjalankan pemetaan VOS dan teknik clustering. Tombol

menentukan apakah kedua teknik dijalankan atau hanya salah satunya.

- **Rotate/flip**

- **Rotate.** Gunakan tombol ini untuk memutar peta yang sedang aktif. Derajat parameter rotate menentukan jumlah derajat dimana peta akan diputar.
- **Flip horizontally.** Gunakan tombol ini untuk membalik peta yang sedang aktif ke arah horizontal.
- **Flip vertically.** Gunakan tombol ini untuk membalik peta yang sedang aktif ke arah vertikal.

- **Normalization**

- **No normalization.** Jika tombol ini dipilih, tidak ada normalisasi matriks jaringan yang dilakukan. Secara umum, kami tidak merekomendasikan opsi ini.
- **Normalization method 1.**  
Jika tombol ini dipilih, metode normalisasi 1 digunakan untuk menormalkan matriks ketetanggaan jaringan. Ini adalah metode normalisasi default. Metode ini menggunakan apa yang disebut ukuran kekuatan asosiasi
- **Normalization method 2.**  
Jika tombol radio ini dipilih, metode normalisasi 2 digunakan untuk menormalkan matriks ketetanggaan jaringan. Ini adalah metode normalisasi alternatif. Perbedaan antara metode normalisasi 1 dan metode normalisasi 2 agak bersifat teknis.

- **Modularity normalization**  
Jika kotak centang ini dicentang, normalisasi dilakukan dengan cara yang sama seperti pada teknik pemetaan LinLog dan teknik pengelompokan modularitas
- **Random number generator**
  - **Fixed seed**  
Kotak teks ini menentukan seed generator bilangan acak yang digunakan oleh algoritme pengoptimalan dari pemetaan VOS dan teknik clustering.
  - **Do not use fixed seed.** Jika kotak centang ini dicentang, generator nomor acak yang digunakan oleh algoritme pengoptimalan pemetaan VOS dan teknik pengelompokan tidak memiliki benih tetap. Sebagai gantinya, setiap kali pemetaan VOS dan teknik pengelompokan dijalankan, benih yang berbeda akan digunakan, kemungkinan mengarah ke hasil yang berbeda.
- **Mapping.**
  - **Random starts** Parameter ini menentukan berapa kali algoritma optimasi dari teknik pemetaan VOS dijalankan. Setiap kali algoritma pengoptimalan dijalankan, solusi pemetaan yang berbeda dapat diperoleh. Solusi pemetaan terbaik yang diperoleh di semua proses algoritma pengoptimalan akan digunakan sebagai solusi pemetaan akhir. Semakin besar nilai parameter Random mulai, semakin akurat solusi pemetaan akhir yang akan diperoleh.
  - **Max. Iterations.** Parameter ini menentukan jumlah maksimum iterasi yang dilakukan oleh algoritma pengoptimalan dari teknik pemetaan VOS. Semakin besar nilai parameternya, semakin akurat solusi pemetaan yang didapat. Secara umum, nilai default

parameter berfungsi dengan baik dan tidak perlu diubah.

- **Clustering**

- **Random starts.** Parameter ini menentukan berapa kali algoritma optimasi dari teknik pengelompokan VOS dijalankan. Setiap kali algoritma pengoptimalan dijalankan, solusi pengelompokan yang berbeda dapat diperoleh. Solusi pengelompokan terbaik yang diperoleh di semua proses algoritma optimasi akan digunakan sebagai solusi pengelompokan akhir. Semakin besar nilai parameter Random mulai, semakin akurat solusi pengelompokan akhir yang akan diperoleh.
- **Iterations.** Parameter ini menentukan jumlah iterasi yang dilakukan dengan algoritma pengoptimalan dari teknik pengelompokan VOS. Semakin besar nilai parameternya, semakin akurat solusi clustering yang didapat. Secara umum, nilai default parameter berfungsi dengan baik dan tidak perlu diubah.

**Kelebihan VOSviewer:**

1. Kluster yang dihasilkan melalui VOSviewer secara otomatis ditampilkan berwarna dalam peta.
2. Densitas dan warna kluster dapat ditampilkan dengan VOSviewer
3. Kelebihan VOSviewer dibanding aplikasi analisis yang lain, program ini menggunakan fungsi text mining untuk mengidentifikasi kombinasi frase kata benda yang relevan dengan pemetaan dan pendekatan clustering terpadu untuk memeriksa jaringan co-citation data dan co-occurrence
4. Meskipun banyak program untuk menganalisis unit teks dan kesamaan matriks, kelebihan VOSviewer adalah pada visualisasi



5. Pilihan dan fungsi interaktif program menjadikannya mudah diakses dan mudah untuk mengeksplorasi jaringan data bibliometrik seperti jumlah kutipan dan / atau hubungan co-occurrence di antara istilah kunci dan konsep

## DAFTAR PUSTAKA

- Abed, O H. "Drama-Based Science Teaching and Its Effect on Students' Understanding of Scientific Concepts and Their Attitudes towards Science Learning." *International Education Studies* 9, no. 10 (2016): 163–73.
- Afful, Andoh Michael, Margaret Hamilton, and Alex Kootsookos. "Towards Space Science Education: A Study of Students' Perceptions of the Role and Value of a Space Science Program." *Acta Astronautica* 167, no. August 2019 (2020): 351–59.  
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.11.025>.
- Ahn, H.-M., H.-M. Choi, and J Park. "STEAM education program development for the light unit in the middle-school science textbook by using masterpieces of painting." *New Physics: Sae Mulli* 65, no. 3 (2015): 261–72.  
<https://doi.org/10.3938/NPSM.65.261>.
- Andreotti, Erica, and Renaat Frans. "The Connection between Physics, Engineering and Music as an Example of STEAM Education." *Physics Education* 54, no. 4 (2019).  
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab246a>.
- Anisimova, T I, F M Sabirova, and O V Shatunova. "Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education." *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 15, no. 2 (2020): 204–17.  
<https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>.
- Astawan, I G, D N Sudana, N Kusmariyatni, and I G N Japa. "The STEAM Integrated Panca Pramana Model in Learning Elementary School Science in the Industrial Revolution Era 4.0." *International Journal of Innovation, Creativity and Change* 5, no. 5 (2019): 26–39.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082859447&partnerID=40&md5=8e0b3929d62cb094467a5084a3bd6340>.
- Autry, Linda L, and Mary E Walker. "Artistic Representation: Promoting Student Creativity and Self-Reflection." *Journal of Creativity in Mental Health* 6, no. 1 (2011): 42–55.
- Bailey, Simon, and Rebecca Watson. "Establishing Basic Ecological Understanding in Younger Pupils: A Pilot Evaluation of a Strategy Based on Drama/Role Play." *International Journal of*

- Science Education* 20, no. 2 (1998): 139–52.  
<https://doi.org/10.1080/0950069980200202>.
- Bati, K, M I Yetişir, I Çalışkan, G Güneş, and E G Saçan. “Teaching the Concept of Time: A Steam-Based Program on Computational Thinking in Science Education.” *Cogent Education* 5, no. 1 (2018). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1507306>.
- Bequette, J W, and M B Bequette. “A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation.” *Art Education* 65, no. 2 (2012): 40–47.  
<https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519167>.
- Berg, C Van Den. “21 St Century Learning: Changes to Knowledge Acquisition in a Digital World.” In *15th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning, ICICKM 2018*, edited by Pather S., 2018-Novem:330–38. University of the Western Cape, Cape Town, South Africa: Academic Conferences and Publishing International Limited, 2018.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85059813214&partnerID=40&md5=c0717bbf7218de2aa39bf25116eadbe9>.
- Bonilla, Claudio A., José M. Merigó, and Carolina Torres-Abad. “Economics in Latin America: A Bibliometric Analysis.” *Scientometrics* 105, no. 2 (2015): 1239–52.  
<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1747-7>.
- Burnard, P. “(Re)Positioning Creativities in Relation to Effective Arts Pedagogy: UK Perspectives on Teaching for Creativity and Teaching Creatively in the Arts.” In *How Arts Education Makes a Difference: Research Examining Successful Classroom Practice and Pedagogy*, 249–63. Taylor and Francis Inc., 2015.  
<https://doi.org/10.4324/9781315727943>.
- Burnard, Pamela. “Reframing Creativity and Technology: Promoting Pedagogic Change in Music Education.” *Journal of Music, Technology & Education* 1, no. 1 (2007): 37–55.
- Bybee, R W. “What Is STEM Education?” *Science* 329, no. 5995 (2010): 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>.
- Choi, Yuhyun, Yunjin Lim, and Dami Son. “A Semantic Network Analysis on the Recognition of STEAM by Middle School Students in South Korea.” *Eurasia Journal of Mathematics*,

- Science and Technology Education* 13, no. 10 (2017): 6457–69.  
<https://doi.org/10.12973/ejmste/77950>.
- Chu, H.-E., S N Martin, and J Park. “A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning.” *International Journal of Science and Mathematics Education* 17, no. 7 (2019): 1251–66. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>.
- Clinton, Gregory, and Brad Hokanson. “Creativity in the Training and Practice of Instructional Designers: The Design/Creativity Loops Model.” *Educational Technology Research and Development* 60, no. 1 (2012): 111–30.
- Counsell, Shelly, Lawrence Escalada, Rosemary Geiken, Melissa Sander, Jill Uhlenberg, Beth Van Meeteren, Sonia Yoshizawa, and Betty Zan. *STEM Learning with Young Children: Inquiry Teaching with Ramps and Pathways*. new york: Teachers College Press, 2015.
- Crow, Bill. “Changing Conceptions of Educational Creativity: A Study of Student Teachers’ Experience of Musical Creativity.” *Music Education Research* 10, no. 3 (2008): 373–88.
- Dabi, Yohann, Lauren Darrigues, Sandrine Katsahian, Daniel Azoulay, Marie De Antonio, and Andrea Lazzati. “Publication Trends in Bariatric Surgery: A Bibliometric Study.” *Obesity Surgery* 26, no. 11 (2016): 2691–99.
- Diliello, Trudy C, Jeffery D Houghton, and David Dawley. “Narrowing the Creativity Gap: The Moderating Effects of Perceived Support for Creativity.” *The Journal of Psychology* 145, no. 3 (2011): 151–72.
- Ding, Ying, Gobinda G Chowdhury, and Schubert Foo. “Bibliometric Cartography of Information Retrieval Research by Using Co-Word Analysis.” *Information Processing & Management* 37, no. 6 (2001): 817–42. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(00\)00051-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4573(00)00051-0).
- English, L D. “STEM Education K-12: Perspectives on Integration.” *International Journal of STEM Education* 3, no. 1 (2016): 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>.
- Finn, Janet L., Lynn M. Nybell, and Jeffrey J. Shook. “The Meaning and Making of Childhood in the Era of Globalization:

- Challenges for Social Work.” *Children and Youth Services Review* 32, no. 2 (2010): 246–54.  
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2009.09.003>.
- Freshwater, Dawn, Gwen Sherwood, and Vicki Drury. “International Research Collaboration: Issues, Benefits and Challenges of the Global Network.” *Journal of Research in Nursing* 11, no. 4 (2006): 295–303. <https://doi.org/10.1177/1744987106066304>.
- Gibson, Robyn. “The ‘Art’ of Creative Teaching: Implications for Higher Education.” *Teaching in Higher Education* 15, no. 5 (2010): 607–13.
- Glass, D, and C Wilson. “The Art and Science of Looking: Collaboratively Learning Our Way to Improved STEAM Integration.” *Art Education* 69, no. 6 (2016): 8–14.  
<https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224822>.
- Guzey, S Selcen, Michael Harwell, Mario Moreno, Yadira Peralta, and Tamara J Moore. “The Impact of Design-Based STEM Integration Curricula on Student Achievement in Engineering, Science, and Mathematics.” *Journal of Science Education and Technology* 26, no. 2 (2017): 207–22.
- Hadinugrahaningsih, Tritiyatma, Yuli Rahmawati, Achmad Ridwan, Arie Budiningsih, Elma Suryani, Annisa Nurlitiani, and Cinthia Fatimah. *Keterampilan Abad 21 Dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Project Dalam Pembelajaran Kimia*. Jakarta: LPPM Universitas Negeri Jakarta, 2017.
- Hargrove, Ryan. “Fostering Creativity in the Design Studio: A Framework towards Effective Pedagogical Practices.” *Art, Design and Communication in Higher Education* 10, no. 1 (2012): 7–31. [https://doi.org/10.1386/adch.10.1.7\\_1](https://doi.org/10.1386/adch.10.1.7_1).
- Hernández-Torrano, Daniel, and Laura Ibrayeva. “Creativity and Education: A Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975–2019).” *Thinking Skills and Creativity* 35, no. December 2019 (2020): 100625. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625>.
- How, M.-L., and W L D Hung. “Educating AI-Thinking in Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) Education.” *Education Sciences* 9, no. 3 (2019).  
<https://doi.org/10.3390/educsci9030184>.
- Huang, Cui, Chao Yang, Shutao Wang, Wei Wu, Jun Su, and Chuying

- Liang. "Evolution of Topics in Education Research: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis." *Educational Review* 72, no. 3 (2019): 281–97.  
<https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566212>.
- Huda, Syamsul, Muhammad Syahrul, Mu'min Firmansyah, Rahmi Ramadhani, and Andika Eko Prasetyo. "The Relationship between Problem-Solving Ability and Students' Characters Based on Islamic Perspectives." *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah* 4, no. 2 (2019): 203–14.  
<https://doi.org/10.24042/tadris.v4i2.5299>.
- Hudha, Muhammad Nur, Ida Hamidah, Anna Permanasari, Ade Gafar Abdullah, Indriyani Rachman, and Toru Matsumoto. "Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis." *European Journal of Educational Research* 9, no. 1 (2020): 319–29. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.319>.
- Hwang, J.-P., C.-Y. Lu, and M.-Y. Chang. "The Effect of Steam Course Applied to Science Education on Learners' Self-Efficacy." Edited by Lin L., Wu T., Huang Y., Huang Y., Starciec A., and Shadieva R. *1st International Conference on Innovative Technologies and Learning, ICITL 2018*. Department of Information Management, National Chin-Yi University of Technology, Taichung, Taiwan: Springer Verlag, 2018.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-99737-7\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99737-7_29).
- Hyater-Adams, S, N Finkelstein, and K Hinko. "Performing Physics: An Analysis of Design-Based Informal STEAM Education Programs." In *Physics Education Research Conference, PERC 2018*, Vol. 2018. ATLAS Institute, University of Colorado Boulder, 320 UCB, Boulder, CO 80309, United States: American Association of Physics Teachers, 2018.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061745131&partnerID=40&md5=91e5b1983100ab442dbc5fd6f6f6d3e6>.
- Irwandani, Achi Rinaldi, Agitha Pricilia, Putri Mardiana Sari, and Adyt Anugrah. "Effectiveness of Physics Learning Media Course Assisted by Instagram on Student's Creative Thinking Skill." *Journal of Physics: Conference Series* 1467, no. 1 (2020).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012006>.
- Jeong, S, and H Kim. "The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM

- Education in Korea.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 11, no. 6 (2015): 1321–38.  
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1390a>.
- Jho, H, O Hong, and J Song. “An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 12, no. 7 (2016): 1843–62. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>.
- Ji, Bin, Yaqian Zhao, Jan Vymazal, Ülo Mander, Rauno Lust, and Cheng Tang. “Mapping the Field of Constructed Wetland-Microbial Fuel Cell: A Review and Bibliometric Analysis.” *Chemosphere*, 2020, 128366.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128366>.
- . “Mapping the Field of Constructed Wetland-Microbial Fuel Cell: A Review and Bibliometric Analysis.” *Chemosphere* 262 (2020): 128366.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128366>.
- Jolly, A. “STEM vs. STEAM: Do the Arts Belong?” *Education Week Teacher*, 2014.
- Karakostas, A, G Palaigeorgiou, and Y Kompatsiaris. “WeMake: A Framework for Letting Students Create Tangible, Embedded and Embodied Environments for Their Own Steam Learning.” Edited by McMillan D., Carle G., Passani A., Cave J., Kompatsiaris I., Satsiou A., Kontopoulos E., and Diplaris S. *4th International Conference on Internet Science, INSCI 2017*. Centre for Research and Technology Hellas, Thessaloniki, Greece: Springer Verlag, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70284-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70284-1_1).
- Karp, Alexander. “Teachers of the Mathematically Gifted Tell about Themselves and Their Profession.” *Roeper Review* 32, no. 4 (2010): 272–80.
- Kato, Maki, and Asao Ando. “The Relationship between Research Performance and International Collaboration in Chemistry.” *Scientometrics* 97, no. 3 (2013): 535–53.  
<https://doi.org/10.1007/s11192-013-1011-y>.
- Kim, B.-H., Y.-D. Lim, M.-Y. Jung, and J Kim. “The Effects of STEAM Class Using Science-Art-IT Convergence Art Work for Middle School Education under a Free Semester System in

- Korea.” *Advanced Science Letters* 23, no. 3 (2017): 1700–1704. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.8634>.
- Kim, J, D W Sa, and J.-Y. Kim. “Towards Higher Educational M-Learning Platform for Conceptual STEAM Environment.” *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering* 11, no. 8 (2016): 93–98. <https://doi.org/10.14257/ijmue.2016.11.8.10>.
- Kim, M K, J Y Lee, H Yang, J Lee, J N Jang, and S J Kim. “Analysis of Elementary School Teachers’ Perceptions of Mathematics-Focused STEAM Education in Korea.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 15, no. 9 (2019): 1–13. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108482>.
- Kukushkin, Sergey, and Natalya Churlyayeva. “The Problem of Engineering Creativity in Russia: A Critical Review.” *European Journal of Engineering Education* 37, no. 5 (2012): 500–507.
- Lucas, G. *George Lucas Educational Foundation*. Retrieved March. Vol. 20, 2005.
- Ma, Hsen-Hsing. “A Synthetic Analysis of the Effectiveness of Single Components and Packages in Creativity Training Programs.” *Creativity Research Journal* 18, no. 4 (2006): 435–46.
- Madar, J. “C3d.Io: Enabling STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education with Virtual Reality.” Edited by Kapoor S., Bhatia R., and Arai K. *Computing Conference, 2018*. Department of Computing Science and Information Systems, Langara College, Vancouver, Canada: Springer Verlag, 2019. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01177-2\\_104](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01177-2_104).
- Madden, Margaret E., Marsha Baxter, Heather Beauchamp, Kimberley Bouchard, Derek Habermas, Mark Huff, Brian Ladd, Jill Pearson, and Gordon Plague. “Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum.” *Procedia Computer Science* 20 (2013): 541–46. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>.
- Magerko, B, J Freeman, T McKlin, M Reilly, E Livingston, S McCoid, and A Crews-Brown. “EarSketch: A STEAM-Based Approach for Underrepresented Populations in High School Computer Science Education.” *ACM Transactions on Computing Education* 16, no. 4 (2016). <https://doi.org/10.1145/2886418>.



- Mansfield, Richard S, Thomas V Busse, and Ernest J Krepelka. "The Effectiveness of Creativity Training." *Review of Educational Research* 48, no. 4 (1978): 517–36.
- Md Khudzari, Jauharah, Jiby Kurian, Boris Tartakovsky, and G. S. Vijaya Raghavan. "Bibliometric Analysis of Global Research Trends on Microbial Fuel Cells Using Scopus Database." *Biochemical Engineering Journal* 136 (2018): 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.05.002>.
- Moga, Erik, Kristin Burger, Lois Hetland, and Ellen Winner. "Does Studying the Arts Engender Creative Thinking? Evidence for near but Not Far Transfer." *Journal of Aesthetic Education* 34, no. 3/4 (2000): 91–104.
- Mohadab, Mohamed El, Belaid Bouikhalene, and Said Safi. "Bibliometric Method for Mapping the State of the Art of Scientific Production in Covid-19." *Chaos, Solitons & Fractals* 139 (2020): 110052. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110052>.
- Moon, S, and K Kang. "Trend of STEAM Education-Related Domestic Studies Focusing on Physics-Related Studies." *New Physics: Sae Mulli* 65, no. 12 (2015): 1199–1208. <https://doi.org/10.3938/NPSM.65.1199>.
- Muhuri, Pranab K., Amit K. Shukla, and Ajith Abraham. "Industry 4.0: A Bibliometric Analysis and Detailed Overview." *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 78, no. September 2018 (2019): 218–35. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>.
- Oh, J, J Lee, and J Kim. "Development and Application of STEAM Based Education Program Using Scratch: Focus on 6th Graders' Science in Elementary School." *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2013. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6738-6\\_60](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6738-6_60).
- Ozkan, G, and U Umdu Topsakal. "Investigating the Effectiveness of STEAM Education on Students' Conceptual Understanding of Force and Energy Topics." *Research in Science and Technological Education*, 2020. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>.
- Perl, Martin L. "Developing Creativity and Innovation in Engineering and Science." *International Journal of Modern Physics A* 23, no.

27n28 (2008): 4401–13.

Quigley, C F, D Herro, and F M Jamil. “Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices.” *School Science and Mathematics* 117, no. 1–2 (2017): 1–12.

Quigley, C F, D Herro, C Shekell, H Cian, and L Jacques. “Connected Learning in STEAM Classrooms: Opportunities for Engaging Youth in Science and Math Classrooms.” *International Journal of Science and Mathematics Education* 18, no. 8 (2020): 1441–63. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10034-z>.

Rahmawati, Y., A. Ridwan, T. Hadinugrahaningsih, and Soeprijanto. “Developing Critical and Creative Thinking Skills through STEAM Integration in Chemistry Learning.” *Journal of Physics: Conference Series* 1156, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>.

Rahmawati, Y, S F Ramadhani, and Afrizal. “Developing Students’ Critical Thinking: A Steam Project for Chemistry Learning.” *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 1 (2020): 72–82. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080108>.

Rahmawati, Y, A Ridwan, T Hadinugrahaningsih, and Soeprijanto. “Developing Critical and Creative Thinking Skills through STEAM Integration in Chemistry Learning.” In *1st International Conference of Chemistry 2018, ICCHEM 2018*, edited by Suwardi, Rohaeti E., Handayani S., and Kusumawardhani C., Vol. 1156. Chemistry Education Study Program, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun Muka Street, Jakarta, Indonesia: Institute of Physics Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>.

Runco, M A. *Creativity: Theories and Themes: Research, Development, and Practice*. La Habra, CA, United States: Elsevier Inc., 2014. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06920-7>.

Sanders, Mark. “STEM,STEMEducation,STEMmania.” *The Technology Teacher* 68, no. 4 (2009): 20–27. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Santi, K, S M Sholeh, Irwandani, F Alatas, H Rahmayanti, I Z Ichsan, and Md. Rahman. “STEAM in Environment and Science Education: Analysis and Bibliometric Mapping of the Research Literature (2013-2020).” In *Young Scholar Symposium on*

- Science Education and Environment 2020, YSSSEE 2020*, Vol. 1796. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, Indonesia: IOP Publishing Ltd, 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012097>.
- Santos, O C, and A Corbi. "Can Aikido Help with the Comprehension of Physics? A First Step towards the Design of Intelligent Psychomotor Systems for STEAM Kinesthetic Learning Scenarios." *IEEE Access* 7 (2019): 176458–69. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2957947>.
- Scott, Ginamarie, Lyle E Leritz, and Michael D Mumford. "The Effectiveness of Creativity Training: A Quantitative Review." *Creativity Research Journal* 16, no. 4 (2004): 361–88.
- Shen, Chien-wen, and Jung-tsung Ho. "Technology-Enhanced Learning in Higher Education: A Bibliometric Analysis with Latent Semantic Approach." *Computers in Human Behavior* 104 (2020): 106177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106177>.
- Siregar, Y E Y, Y Rahmawati, and Suyono. "Elementary School Teacher's Perspectives towards Developing Mathematics Literacy through a STEAM-Based Approach to Learning." In *1st Annual International Conference on Mathematics, Science and Technology Education, AICMSTE 2019*, edited by Johar R., Mailizar E., Khairunnisak C., Vitoria L., Pada A.U.T., Artika W., Suhartono, Nazar M., and Syukri M., Vol. 1460. Department of Elementary Education, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, 13220, Indonesia: Institute of Physics Publishing, 2020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012030>.
- Solin, P. "Bringing More STEAM to Mathematics Education." *International Journal for Technology in Mathematics Education* 24, no. 4 (2017): 191–98. [https://doi.org/10.1564/tme\\_v24.4.03](https://doi.org/10.1564/tme_v24.4.03).
- Soroko, N V, L A Mykhailenko, O G Rokoman, and V I Zaselskiy. "Educational Electronic Platforms for STEAM-Oriented Learning Environment at General Education School." In *7th Workshop on Cloud Technologies in Education, CTE 2019*, edited by Kiv A.E. and Shyshkina M.P., 2643:462–73. Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAES of Ukraine, 9 M. Berlynskoho Str., Kyiv, 04060, Ukraine: CEUR-WS, 2020. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85089563136&partnerID=40&md5=562ad45282065c96395739fe0e765391.

Sousa, David A, and Tom Pilecki. *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Corwin Press, 2013.

Stagg, B C, and M F Verde. "Story of a Seed: Educational Theatre Improves Students' Comprehension of Plant Reproduction and Attitudes to Plants in Primary Science Education." *Research in Science and Technological Education* 37, no. 1 (2019): 15–35. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1455655>.

Stagg, Bethan C. "Meeting Linnaeus: Improving Comprehension of Biological Classification and Attitudes to Plants Using Drama in Primary Science Education." *Research in Science and Technological Education* 38, no. 3 (2019): 253–71. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1605347>.

Stagg, Bethan C., and Michael F. Verde. "Story of a Seed: Educational Theatre Improves Students' Comprehension of Plant Reproduction and Attitudes to Plants in Primary Science Education." *Research in Science and Technological Education* 37, no. 1 (2019): 15–35. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1455655>.

Steele, A, and E L Ashworth. "Emotionality and STEAM Integrations in Teacher Education." *Journal of Teaching and Learning* 11, no. 2 (2018): 11–25.

Subsoontom, P, P Ounjai, P Naarmkaiornwiwat, B Sakulkueakulsuk, N Pensupha, W Surareungchai, and P Pataranutapom. "Hack Biodesign: An Integrative STEAM Education Platform for Biology, Engineering, and Design." In *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2018*, edited by Lee M.J.W., Nikolic S., Wong G.K.W., Shen J., Ros M., Lei L.C.U., and Venkatarayalu N., 1016–21. Department of Biochemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615404>.

Sutama, H J Prayitno, N Ishartono, and D P Sari. "Development of Mathematics Learning Process by Using Flipped Classroom Integrated by STEAM Education in Senior High School." *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 8 (2020):

- 3690–97. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080848>.
- Tae, J. “A Quest on Possibility of Design Thinking-Based STEAM Education for Strengthening Elementary School Students’ Interest in Math and Science, Personalities, and Science and Technology Career Choice.” *Information (Japan)* 20, no. 9 (2017): 6745–54.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85057640434&partnerID=40&md5=eab8783ab1849220e7cdf5e1e471bd2d>.
- Tytler, Russell. *Re-Imagining Science Education Australian Education Review Re-Imagining Science Education*, 2007.
- Utomo, A P, L Hasanah, S Hariyadi, E Narulita, Suratno, and N Umamah. “The Effectiveness of Steam-Based Biotechnology Module Equipped with Flash Animation for Biology Learning in High School.” *International Journal of Instruction* 13, no. 2 (2020): 463–76. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13232a>.
- Utomo, Anjar Putro, Luthfiyatul Hasanah, Slamet Hariyadi, Erlia Narulita, Suratno, and Nurul Umamah. “The Effectiveness of Steam-Based Biotechnology Module Equipped with Flash Animation for Biology Learning in High School.” *International Journal of Instruction* 13, no. 2 (2020): 463–76.  
<https://doi.org/10.29333/iji.2020.13232a>.
- Utomo, Anjar Putro, Ika Lia Novenda, Aris Singgih Budiarmo, and Erlia Narulita. “Development of Learning Material of Biotechnology Topic Based on STEAM-LW Approach for Secondary School in Coastal Area,” 2017.
- Vasquez, Jo Anne, Cary Ivan Sneider, and Michael W Comer. *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth: Heinemann Portsmouth, NH, 2013.
- Verma, Rajkumar, Valeria Lobos-Ossandón, José M Merigó, Christian Cancino, and Johann Sienz. “Forty Years of Applied Mathematical Modelling: A Bibliometric Study.” *Applied Mathematical Modelling* 89 (2020): 1177–97.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.07.004>.
- Yakman, Georgette. “STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education.” In *Pupils’ Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology*,

- Innovation, Design & Engineering Teaching, Salt Lake City, Utah, USA, 2008.*
- Yakman, Georgette, and Hyonyong Lee. "Exploring the Exemplary STEAM Education in the US as a Practical Educational Framework for Korea." *Journal of the Korean Association for Science Education* 32, no. 6 (2012): 1072–86.
- Yang, Rui, Christina W.Y. Wong, and Xin Miao. "Analysis of the Trend in the Knowledge of Environmental Responsibility Research." *Journal of Cleaner Production* 278 (2020): 123402. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123402>.
- Yoon, M. "Action Research on Applying the STEAM Program Based on Mt. Mai's Ice Spikes and Science Learning Area to Foster Topophilia." *Information (Japan)* 19, no. 4 (2016): 1115–20. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84971232295&partnerID=40&md5=f178ed2603a89134180315410f07ae50>.
- Yoon, M B. "Development of STEAM Education Program on Climate Change for Science Club Activities." *International Journal of Knowledge and Learning* 11, no. 2–3 (2016): 112–26. <https://doi.org/10.1504/IJKL.2016.079739>.
- Yuberti, Yuberti, and Saregar Antomi. *Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA), 2017.
- Zande, R V. "Teaching Design Education for Cultural, Pedagogical, and Economic Aims." *Studies in Art Education* 51, no. 3 (2010): 248–61.
- Zeng, Ruochen, and Abdol Chini. "A Review of Research on Embodied Energy of Buildings Using Bibliometric Analysis." *Energy and Buildings* 155 (2017): 172–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.025>.
- Zhou, Chunfang. "Integrating Creativity Training into Problem and Project-Based Learning Curriculum in Engineering Education." *European Journal of Engineering Education* 37, no. 5 (2012): 488–99.